



O tym, jak grupa hakerów,
geniuszy i geeków wywołała
cyfrową rewolucję

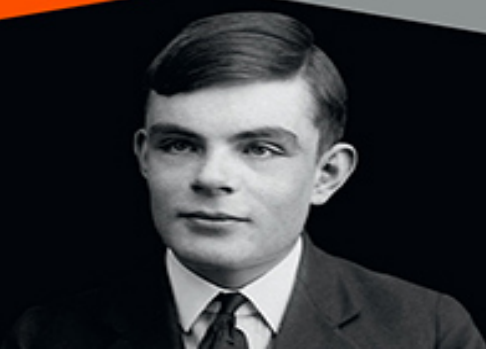


INNOWATORZY



Walter
Isaacson

autor bestsellera
STEVE JOBS



Walter Isaacson

INNOWATORZY

O tym, jak grupa hakerów, geniuszy i geeków
wywołała cyfrową rewolucję

przekład

Michał Józwiak

Krzysztof Krzyżanowski

Michał Strąkow



Tytuł oryginału

The Innovators

How a Group of Hackers, Geniuses, and Geeks Created the Digital Revolution

Copyright © 2014 by Walter Isaacson

First published in October 2014 by Simon & Schuster,

1230 Avenue of the Americas, New York, NY 10020

All rights reserved, including the right to reproduce this book or portions thereof in any form whatsoever.

Fragmenty *All Watched Over by Machines of Loving Grace* z *The Pill Versus the Springhill*

Mine Disaster Richarda Brautigana, copyright © 1968 Richard Brautigan, zostały przedrukowane w oryginalnym wydaniu za zgodą Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company. All rights reserved. Polski przekład i jego źródło – patrz [tutaj](#).

Przekład

Michał Józwiak (wprowadzenie, rozdziały 1–3, 8, 10–11)

Krzysztof Krzyżanowski (rozdziały 4–7)

Michał Strąkow (rozdziały 9, 12, podziękowania)

Redaktor prowadzący

Tomasz Brzozowski

Redakcja i korekta

Pracownia 12A

Konwersja

Tomasz Brzozowski

Okładka: oryginalny projekt Pete Garceau; polska adaptacja Tomasz Brzozowski; zdjęcia

Ada Lovelace: Margaret Carpenter/Hulton Archive/Getty Images; Steve Jobs: Justin

Sullivan/Stringer/Getty Images News; Bill Gates: Theo Wargo/WireImage for

OMEGA/Getty Images; Alan Turing by Private Collection/Prismatic Pictures/Bridgeman

Images

Copyright © for this edition Insignis Media, Kraków 2016.

Wszelkie prawa zastrzeżone.

ISBN 978-83-65315-82-3



Insignis Media

ul. Szlak 77/228–229, 31-153 Kraków

telefon / fax +48 (12) 636 01 90

biuro@insignis.pl, www.insignis.pl
facebook.com/Wydawnictwo.Insignis
twitter.com/insignis_media (@insignis_media)
instagram.com/insignis_media (@insignis_media)
Snapchat: insignis_media

Dokument chroniony elektronicznym znakiem wodnym

Zakupione w nexto: 2461393

Ilustrowana oś czasu

1843

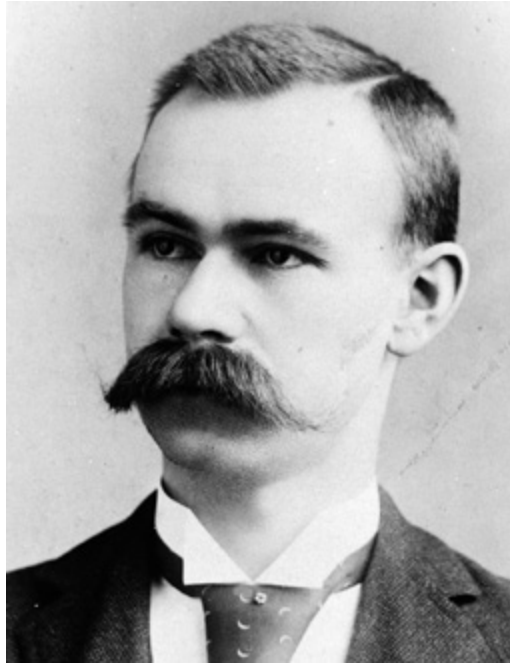


Ada, hrabina Lovelace, publikuje *Uwagi* na temat maszyny analitycznej Babbage'a

1847

George Boole opracowuje algebrę pozwalającą realizować operacje logiczne

1890



Maszyny na karty perforowane Hermana Holleritha obliczają wyniki amerykańskiego spisu powszechnego

1931



Vannevar Bush opracowuje analogowy komputer elektromechaniczny (analizator różniczkowy)

1935

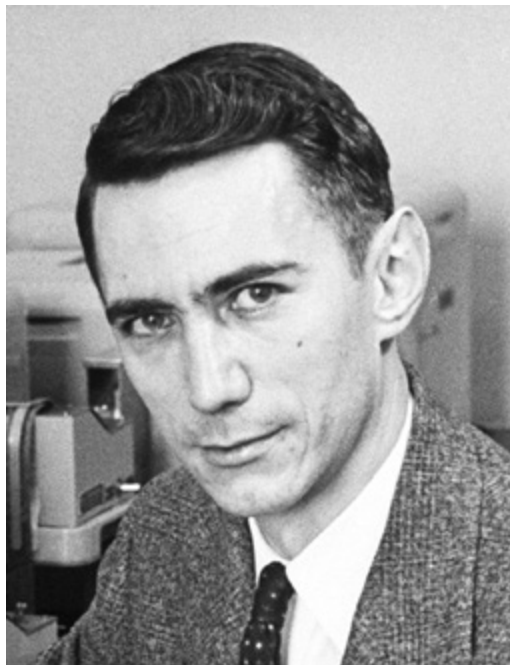


Tommy Flowers: lampy próżniowe jako przełączniki

1937



Alan Turing publikuje pracę *O liczbach obliczalnych* z koncepcją komputera uniwersalnego



Claude Shannon pokazuje, jak realizować algebrę Boole'a za pomocą układów przekazywających

George Stibitz z Bell Labs przedstawia projekt kalkulatora elektromechanicznego



Howard Aiken proponuje budowę dużego komputera cyfrowego i odkrywa fragmenty maszyny różnicowej Babbage'a w magazynach Harvardu



John V. Atanasoff wpada na pomysł komputera elektronicznego podczas nocnej jazdy samochodem

1938

William Hewlett i David Packard zakładają firmę w garażu w Palo Alto

1939

Atanasoff kończy prace nad modelem elektronicznego komputera z mechaniczną pamięcią



Turing stawia się w Bletchley Park do prac nad łamaniem niemieckich szyfrów

1941



Konrad Zuse kończy budowę Z3, w pełni sprawnego, programowalnego, cyfrowego komputera elektromechanicznego



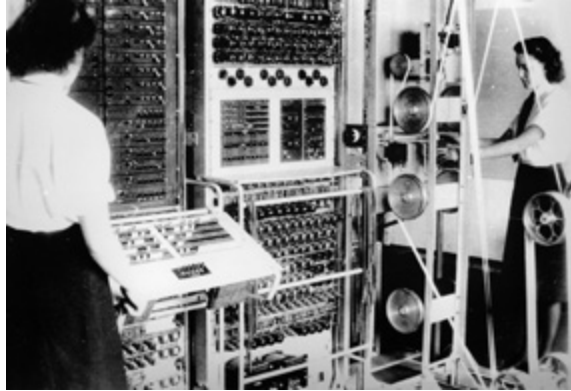
John Mauchly odwiedza w Iowa Atanasoffa, który pokazuje mu swój komputer

1942



Atanasoff kończy budowę częściowo działającego komputera z 300 lampami próżniowymi i zostaje wcielony do marynarki

1943



W Bletchley Park dobiegają końca prace nad Colossusem, komputerem lampowym do łamania niemieckich szyfrów.

1944



Rusza komputer Harvard Mark I

John von Neumann udaje się na Penn i rozpoczyna prace nad ENIAC-iem

1945



Von Neumann spisuje *Wstępną wersję raportu z postępu prac nad EDVAC-em*, w którym opisuje komputer korzystający z programów zapisanych w pamięci



Do Aberdeen trafia na szkolenie sześć kobiet wybranych na programistki ENIAC-a
Vannevar Bush publikuje esej *Jak możemy myśleć* zawierający koncepcję komputera osobistego



Bush publikuje artykuł *Nauka, bezkresna rubież* w którym namawia rząd do finansowania badań akademickich i przemysłowych

ENIAC osiąga pełną sprawność operacyjną

1947



W Bell Labs wynaleziony zostaje tranzystor

1950

Turing publikuje pracę, w której proponuje test na sztuczną inteligencję

1952



Grace Hopper opracowuje pierwszy kompilator



Von Neumann buduje nowoczesny komputer dla Instytutu Badań Zaawansowanych

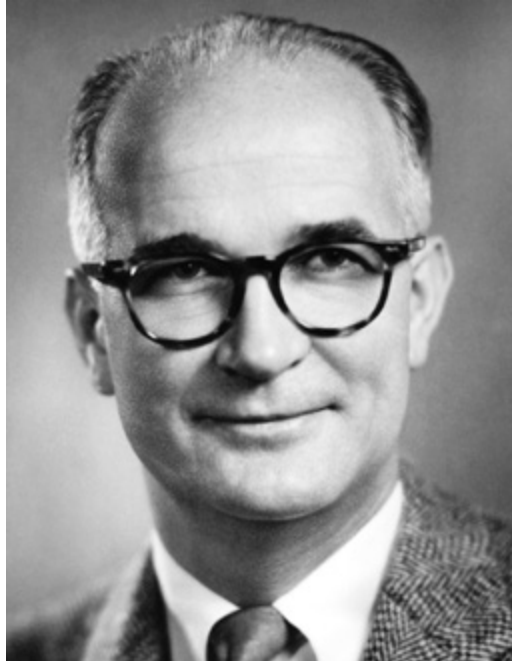
1954

Turing popełnia samobójstwo.



Texas Instruments rozpoczyna produkcję tranzystorów krzemowych i pomaga wprowadzić na rynek radio tranzystorowe Regency

1956



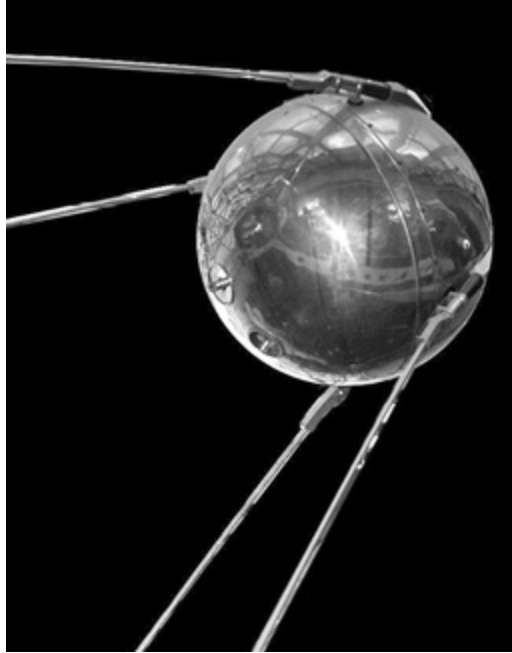
Rozpoczyna działalność firma Shockley Semiconductor

Pierwsza konferencja poświęcona sztucznej inteligencji

1957



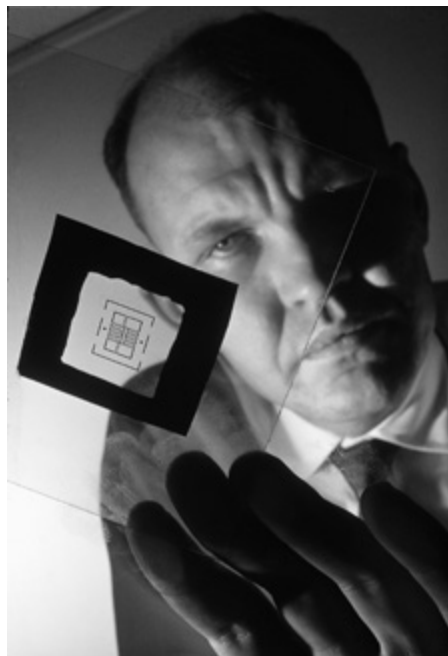
Robert Noyce, Gordon Moore i inni zakładają Fairchild Semiconductor



Rosja wystrzeliwuje Sputnika

1958

Rząd Stanów Zjednoczonych ogłasza założenie ARPA



Jack Kilby prezentuje układ scalony – mikrochip

1959

Noyce wraz z kolegami z firmy Fairchild opracowuje układ scalony, niezależnie od Kilby'ego

1960



J.C.R. Licklider publikuje artykuł *Symbioza człowieka z komputerem*



Paul Baran z RAND opracowuje technikę komutacji pakietów

1961

Prezydent Kennedy deklaruje zamiar wysłania człowieka na Księżyc

1962



Hackerzy z MIT tworzą grę komputerową *Spacewar*

Licklider zakłada Biuro Technik Przetwarzania Informacji ARPA i zostaje jego pierwszym

dyrektorem.

Doug Engelbart publikuje pracę *Rozszerzając ludzki intelekt*

1963

Licklider przedstawia koncepcję Międzygalaktycznej Sieci Komputerowej



Engelbart i Bill English budują pierwszą mysz

1964



Ken Kesey w trasie autobusem po Stanach z grupą Merry Pranksters

1965

Ted Nelson publikuje pierwszą pracę na temat hipertekstu



Moore formułuje prawo o podwajającej się co rok mocy obliczeniowej procesorów

1966



Stewart Brand wraz z Kenem Keseyem organizują Festiwal Trips



Bob Taylor przekonuje szefa ARPA, Charlesa Hertzfelda, by sfinansował stworzenie ARPANET-u

Donald Davies ukuwa termin „komutacja pakietów”

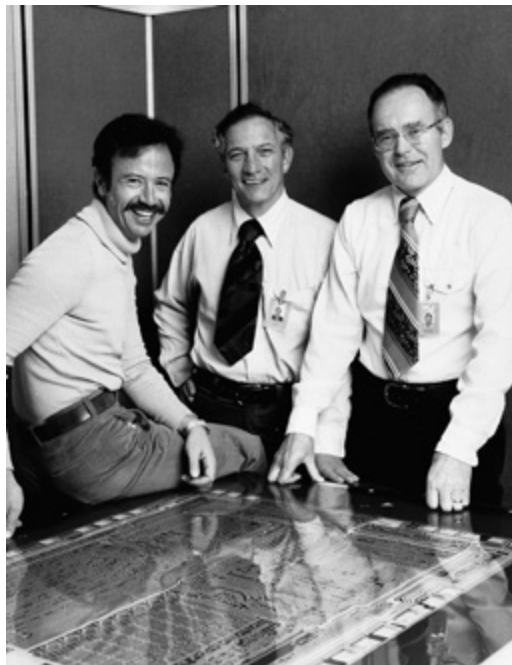
1967

Debaty o przyszłym kształcie ARPANET-u w Ann Arbor i Gatlinburgu

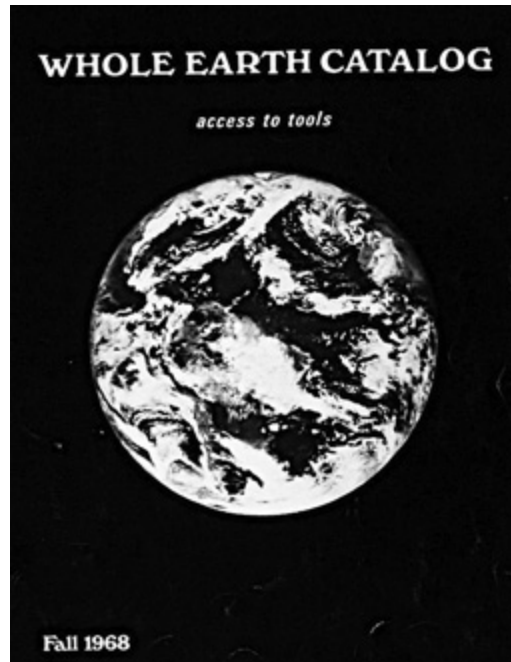
1968



Larry Roberts rozsyła informację o przetargu na budowę IMP-ów (routerów) dla ARPANET-u.



Noyce i Moore zakładają Intela i zatrudniają Andy'ego Grove'a



Brand wydaje pierwszy numer „Whole Earth Catalog”



Engelbart z pomocą Branda organizuje pokaz *Mother of All Demos*

1969

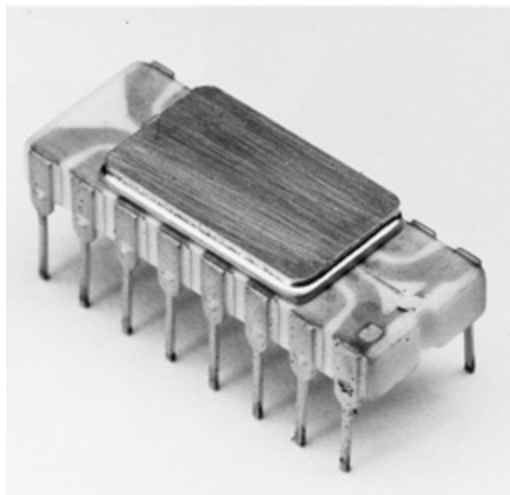


Ruszają pierwsze węzły ARPANET-u

1971

Don Hoefler zaczyna pisać cykl artykułów *Silicon Valley USA* dla czasopisma „Electronic News”

Impreza pożegnalna „Whole Earth Catalog”.



Intel przedstawia mikroprocesor 4004



Ray Tomlinson wymyśla e-mail

1972



Nolan Bushnell z pomocą Ala Alcorna tworzy *Ponga* (w Atari)

1973



Pod okiem Alana Kaya powstaje komputer Alto

Bob Metcalfe wymyśla sieć Ethernet



Publiczny terminal komputerowy Community Memory w sklepie muzycznym Leopold's Records w Berkeley



Vint Cerf i Bob Kahn kończą pracę nad protokołami internetowymi TCP/IP

1974

Premiera procesora Intel 8080

1975



Premiera komputera osobistego Altair firmy MITS



Paul Allen i Bill Gates piszą BASIC-a dla Altaira i zakładają Microsoft

Pierwsze spotkanie Homebrew Computer Club



Steve Jobs i Steve Wozniak rozpoczynają sprzedaż Apple'a I

1977



Premiera Apple'a II

1978

Pojawia się pierwszy serwis BBS

1979

Powstaje sieć grup dyskusyjnych Usenet

Jobs odwiedza Xerox PARC

1980



IBM zleca Microsoftowi przygotowanie systemu operacyjnego dla komputera PC

1981

Firma Hayes wprowadza na rynek modem do użytku domowego

1983



Microsoft zapowiada Windows



Richard Stallman rozpoczyna pracę nad darmowym systemem operacyjnym GNU

1984



Apple wprowadza na rynek Macintosha

1985



Stewart Brand i Larry Brilliant zakładają The WELL.

CVC uruchamia usługę Q-Link, która kilka lat później zostanie przemianowana na America Online (AOL)

1991



Linus Torvalds wypuszcza pierwszą wersję jądra Linux



Tim Berners-Lee publikuje podsumowanie swojego projektu „World Wide Web”

1993

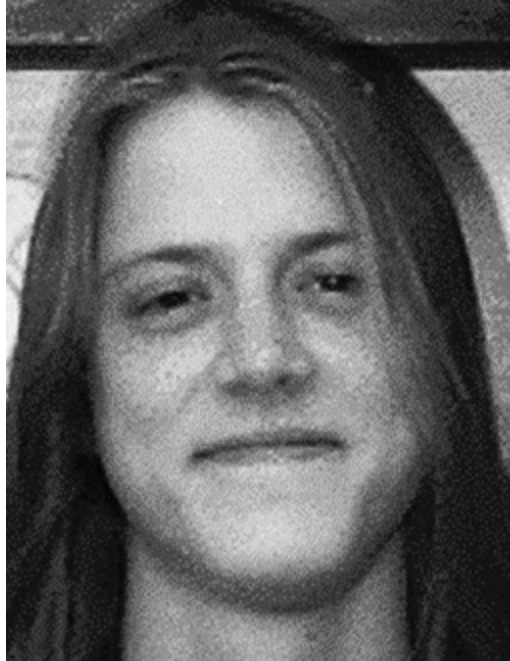


Marc Andreessen wypuszcza przeglądarkę internetową Mosaic



AOL Steve'a Case'a oferuje bezpośredni dostęp do internetu

1994



Justin Hall uruchamia jeden z pierwszych blogów i katalogów internetowych
Pojawiają się dwa duże serwisy internetowe: HotWired i należący do Time Inc. Pathfinder

1995

Ward Cunningham uruchamia WikiWikiWeb

1997



IBM Deep Blue wygrywa w szachy z Garri Kasparowem

1998



Larry Page i Sergey Brin zakładają Google'a

1999



Ev Williams uruchamia serwis Blogger

2001



Jimmy Wales z Larrym Sangerem uruchamiają Wikipedię

2011



IBM Watson, wygrywa w teleturnieju *Jeopardy!*

Wprowadzenie

Jak powstała ta książka

Choć komputery i internet to jedne z najważniejszych wynalazków naszych czasów, większość ludzi nie wie, kto je stworzył. Nie wyczarowali ich ślęczący po garażach i strychach samotni wynalazcy, którzy nadawaliby się na okładki czasopism i mogliby dołączyć do panteonu racjonalizatorów obok Edisona, Bella i Morse’a. Nie, większość innowacyjnych rozwiązań ery cyfrowej jest owocem współpracy. Powstały przy udziale wielu fascynujących postaci, zarówno tych po prostu bardzo pomysłowych, jak i kilku prawdziwych geniuszy. Książka, którą czytasz, opowiada właśnie o tych pionierach, hakerach, wynalazcach i przedsiębiorcach. Opisuje, kim byli, jak działały ich umysły i co sprawiło, że byli tak twórczy. Jednocześnie ma za zadanie pokazać, jak wyglądała współpraca między tymi ludźmi i dlaczego umiejętność pracy zespołowej pozwoliła im osiągnąć kreatywność jeszcze większą od tej, którą dysponowali z natury.

Warto mówić o tym aspekcie innowacji, bo choć współpraca jest jednym z najważniejszych motorów postępu, rzadko poświęca się jej należyłą uwagę. My, biografowie, napisaliśmy już tysiące książek, w których przedstawiamy, a czasem wręcz mitologizujemy naszych bohaterów w roli samotnych wynalazców. Sam mam na koncie kilka takich tytułów. Wynik wyszukiwania hasła „człowiek, który wynalazł” w Amazonie to 1860

pozycji. O wiele mniej mamy za to opowieści o twórczej współpracy, choć to ona tak naprawdę odegrała większą rolę w kształtowaniu dzisiejszej rewolucji technologicznej. Bywa też bardziej interesująca.

Dziś tyle mówi się o innowacji, że stała się modnym hasłem pozbawionym konkretnego znaczenia. Chciałem więc pokazać, jak naprawdę powstają innowacyjne rozwiązania i w jaki sposób najbardziej pomysłowi przedstawiciele naszych czasów przekuli swoje rewolucyjne koncepcje w rzeczywistość. Skupiłem się na kilkunastu najważniejszych przełomach ery cyfrowej i osobach, które ich dokonały. Zależało mi, by podkreślić, jakie kombinacje czynników towarzyszyły ich zrywom kreatywności, jakie umiejętności najbardziej im pomogły i jak przewodziły swoim zespołom oraz współpracowały z innymi. Spróbowałem też odpowiedzieć na pytanie, dlaczego udało się tylko niektórym.

Poświęciłem trochę miejsca na analizę zjawisk społecznych i kulturowych pod kątem tego, które z nich sprzyjają innowacyjności. W narodzinach ery cyfrowej ważną rolę odegrał ekosystem badawczy, którego finansowaniem zajmował się rząd, a zarządzaniem – sojusz przedstawicieli świata wojskowego, przemysłowego i akademickiego. Struktura ta zazębiała się z drugą, na którą składały się poczynania luźno zrzeszonych działaczy społecznych, wspólnotowo zorientowanych hipisów oraz domorosłych majsterkowiczów i hakerów, którzy w większości odnosili się nieufnie do scentralizowanej władzy.

Historię każdego zjawiska można opisać tak, by podkreślała aspekty, na których zależy autorowi. Doskonałym przykładem są dwie konkurencyjne opowieści o powstawaniu pierwszego dużego komputera elektromechanicznego, czyli maszyny Mark I zbudowanej dla Harvardu przez IBM. Autorka pierwszej z nich, Grace Hopper, była jedną z programistek komputera i skupiła się na osobie jego głównego pomysłodawcy, Howarda Aikena. IBM zrewanżował się własną wersją. Opisywała ona przede wszystkim poczynania zespołów szarych inżynierów, czyli ludzi odpowiedzialnych za opracowanie krok po kroku wszystkich innowacyjnych podzespołów – liczników, czytników kart i tak dalej – które

znalazły się w maszynie.

Podobny spór toczy się od dawien dawna w kwestii tego, co należy bardziej podkreślać: rolę wielkich osobistości czy nurtów kulturowych. W połowie XIX wieku Thomas Carlyle wyraził opinię, że „historia świata jest niczym innym jak biografią wybitnych jednostek”, na co Herbert Spencer odpowiedział teorią podkreślającą rolę sił społecznych. Akademicy zwykle widzą tę kwestię inaczej niż sami uczestnicy przemian. „Jako profesor miałem w zwyczaju myśleć o historii jak o wypadkowej bezosobowych sił – opowiedział dziennikarzom Henry Kissinger podczas jednego ze swoich wyjazdów mediacyjnych na Bliski Wschód w latach siedemdziesiątych. – Dopiero w praktyce okazuje się, jak wielką różnicę robią osobowości”¹. Innowacje ery cyfrowej, podobnie jak przebieg procesu pokojowego na Bliskim Wschodzie, są wypadkową najróżniejszych czynników charakterologicznych i kulturowych, które postarałem się spleść w tej książce w spójną całość.

Internet powstawał przy założeniu, że będzie wspomagał współpracę. Z kolei komputery osobiste, szczególnie te projektowane z myślą o użytkownikach domowych, pierwotnie miały być narzędziami wspierającymi indywidualną kreatywność. Przez ponad dziesięć lat, poczynając od początku lat siedemdziesiątych, sieci komputerowe rozwijały się niezależnie od sprzętu domowego. Ścieżki te zaczęły splatać się dopiero pod koniec lat osiemdziesiątych wraz z rozwojem modemów, usług online i stron internetowych. Analogicznie do silnika parowego, który podłączony do pomysłowych maszyn napędził rewolucję przemysłową, komputery w kombinacji z sieciami rozproszonymi umożliwiły rewolucję cyfrową, która pozwoliła każdemu, kto tego zapragnął, tworzyć, rozpowszechniać i wykorzystywać dowolne informacje z dowolnego miejsca na świecie.

Niektórzy historycy nauki niechętnie nazywają okresy wielkich przemian rewolucjami, bo wolą postrzegać postęp w ujęciu ewolucyjnym. Książka profesora Stevena Shapina na temat rewolucji naukowej rozpoczyna się

ironicznym zdaniem: „Niczego takiego jak rewolucja naukowa nie było i o tym mówi ta książka”. Jednym ze sposobów, którymi posłużył się Shapin, by uwolnić się od logicznych skutków tej przytoczonej pólżartem sprzeczności, jest podkreślanie, że najważniejsze osobistości tamtych czasów „z pasją wyrażały pogląd”, jakoby brały udział w rewolucji. „To głównie czytając ich wypowiedzi, nabraliśmy przeświadczenia, że dokonywały się wtedy radykalne zmiany”².

Podobnie dziś większość z nas ma wrażenie, że rozwój technologii cyfrowej, do którego doszło na przestrzeni ostatniego półwiecza, zupełnie zmienił czy wręcz zrewolucjonizował nasze życie. Wciąż pamiętam, jakie emocje budził we mnie każdy kolejny przełom. Mój ojciec i obaj wujkowie byli elektrotechnikami i podobnie jak wiele postaci, które przedstawiam w tej książce, miałem dostęp do piwnicznego warsztatu pełnego płytek drukowanych do lutowania, odbiorników radiowych do rozbierania, lamp próżniowych wymagających testowania i pudeł pełnych tranzystorów i oporników do wykorzystania po uprzednim posortowaniu. Ponieważ namiętnie konstruowałem urządzenia z zestawów Heathkit i przesiadywałem przy radiu amatorskim (znak wywoławczy: WA5JTP), pamiętam moment, kiedy lampy próżniowe ustąpiły miejsca tranzystorom. Na studiach uczyłem się programowania z wykorzystaniem kart perforowanych i do dziś wspominam dzień, w którym koszmar przetwarzania wsadowego ustąpił miejsca rozkoszy bezpośredniego kontaktu z komputerem. W latach osiemdziesiątych podniecałem się trzeszczeniem i skrzypieniem, które dobywało się z modemu, kiedy otwierał drzwi do urzekająco magicznego świata usług internetowych i BBS-ów, a na początku lat dziewięćdziesiątych pomagałem prowadzić dział cyfrowy „Time’a” i Time Warnera, w ramach którego uruchomiliśmy nowe usługi sieciowe i szerokopasmowe połączenie z internetem. Jak pisał Wordsworth o entuzjastycznych uczestnikach pierwszych dni rewolucji francuskiej, „rozkoszą w świt ten było, że się żyje”³.

Zacząłem pisać tę książkę ponad dziesięć lat temu. Skłoniła mnie do tego fascynacja postęпом technologii cyfrowej, który dokonał się na moich

oczach, oraz praca nad biografią Benjamina Franklina – innowatora, wynalazcy, wydawcy, pioniera usług pocztowych, a przy tym doskonałego przedsiębiorcy i kolportera informacji. Zależało mi też, by zrobić sobie przerwę od typowych biografii podkreślających znaczenie wybitnych ludzi i raz jeszcze napisać książkę w stylu *The Wise Men*, („Światli”), w której wspólnie z kolegą opisaliśmy pełną wyobraźni współpracę szóstki dobrych znajomych, którzy kształtowali politykę Stanów Zjednoczonych w czasach zimnej wojny. Pierwotnie planowałem skupić się na zespołach, którym zawdzięczamy istnienie internetu. Bill Gates w trakcie wywiadu przekonał mnie jednak, że znacznie ciekawsza będzie opowieść o równoległych i splecionych ze sobą narodzinach internetu i komputerów osobistych. W 2009 roku przerwałem pracę nad tą książką, żeby napisać biografię Steve’a Jobsa. Jego historia upewniła mnie, że Gates miał rację, tak więc kiedy tylko skończyłem *Steve’a Jobsa*, wróciłem do pracy nad opowieścią o innowatorach ery cyfrowej.

Protokoły internetowe opracowano na drodze współpracy, w związku z czym system, który powstał, ma zapisane w kodzie genetycznym cechy ułatwiające realizację wspólnych przedsięwzięć. Każdy węzeł posiada pełne prawo generowania i dystrybucji nowych informacji, a struktura sieci umożliwia obejście wszelkich prób narzucenia kontroli bądź hierarchii. Nie trzeba brnąć w pułapkę teleologii i przypisywać technologii intencji czy osobowości, by móc przyznać, że system zbudowany z prywatnych komputerów podłączonych do otwartych sieci miał w sobie coś, co umożliwiło wyrwanie kontroli nad dystrybucją informacji z rąk decydentów, centralnej władzy, podobnie jak kiedyś prasa drukarska uwolniła ludzi od monopolu instytucji zatrudniających kopistów i skrybów. Internet umożliwił zwykłym ludziom łatwiejsze tworzenie i rozprowadzanie treści.

Nie wszyscy współtworzący erę cyfrową byli rówieśnikami – w jej powstawaniu brało udział również wcześniejsze pokolenie, które przekazywało swoje pomysły w ręce młodszych innowatorów. Przy okazji

zglobiania tematu dostrzegłem jeszcze inną prawidłowość: użytkownicy większości innowacyjnych technologii cyfrowych wykorzystywali je jako narzędzia do porozumiewania się i budowania sieci społecznościowych. Zainteresowało mnie również, że próby stworzenia sztucznej inteligencji – czyli urządzeń zdolnych do samodzielnego myślenia – jak dotychczas zawsze okazywały się mniej owocne niż wymyślanie nowych sposobów współpracy bądź symbiozy człowieka i maszyn. Innymi słowy, twórcza współpraca charakterystyczna dla ery cyfrowej obejmuje też współpracę pomiędzy ludźmi i maszynami.

Ostatnią rzeczą, która mnie uderzyła, było uświadomienie sobie, że te najbardziej twórcze pomysły ery cyfrowej są autorstwa osób działających na styku światów sztuki i nauki. Ludzi, którzy doceniali znaczenie piękna. „Jako dzieciak zawsze widziałem w sobie przyszłego humanistę, ale lubiłem elektronikę – powiedział mi Jobs, kiedy zaczynałem pracę nad jego biografią. – Potem jednak przeczytałem coś, co jeden z moich idoli, założyciel Polaroida, Edwin Land, powiedział o wielkim znaczeniu ludzi, którzy stoją na skrzyżowaniu nauk humanistycznych i ścisłych, i zdecydowałem, że kimś takim właśnie chciałbym być”⁴. Ludzie, którzy czuli się komfortowo na skrzyżowaniu humanizmu i technologii, pomogli innym nawiązać symbiotyczną więź z maszynami, stanowiącą rdzeń tej historii.

Podobnie jak wiele innych aspektów ery cyfrowej pomyśl, że o innowacyjne rozwiązania najłatwiej na styku sztuki i nauki, nie jest nowy. Doskonały przykład tego, jak kreatywność rozkwita, kiedy umysł potrafi pogodzić nauki humanistyczne ze ścisłymi, stanowił Leonardo da Vinci. Einstein, kiedy utykał w pracach nad ogólną teorią względności, wyciągał skrzypce i grał Mozarta, aż odzyskał kontakt – jak to nazywał – z harmonią sfer.

Jeśli chodzi o komputery, to jest z nimi związana pewna postać historyczna, która choć nie cieszy się taką sławą jak da Vinci i Einstein, również uosabia zespolenie sztuk pięknych i nauki. Podobnie jak jej słynny ojciec ceniła romantyzm poezji. Jednak w odróżnieniu od niego dostrzegała

też romantyzm matematyki i maszynerii. To od niej rozpoczyna się ta historia.

Rozdział 1

Ada, hrabina Lovelace

Poetycka nauka

W maju 1833 roku siedemnastoletnia Ada Byron znalazła się w gronie młodych kobiet oficjalnie przedstawionych na brytyjskim dworze królewskim. Członkowie rodziny, świadomi jej wybuchowego i niezależnego charakteru, obawiali się, że nie sprost konwenansom, Ada jednak zachowała się – jak wyznała później jej matka – „akceptowalnie”. Wśród osób, które poznała tego wieczoru, był książę Wellington, którego prostolinijny sposób bycia bardzo przypadł jej do gustu, oraz siedemdziesięciodziewięcioletni ambasador Francji, Talleyrand, który według niej „miał w sobie coś ze starej małpy”¹.

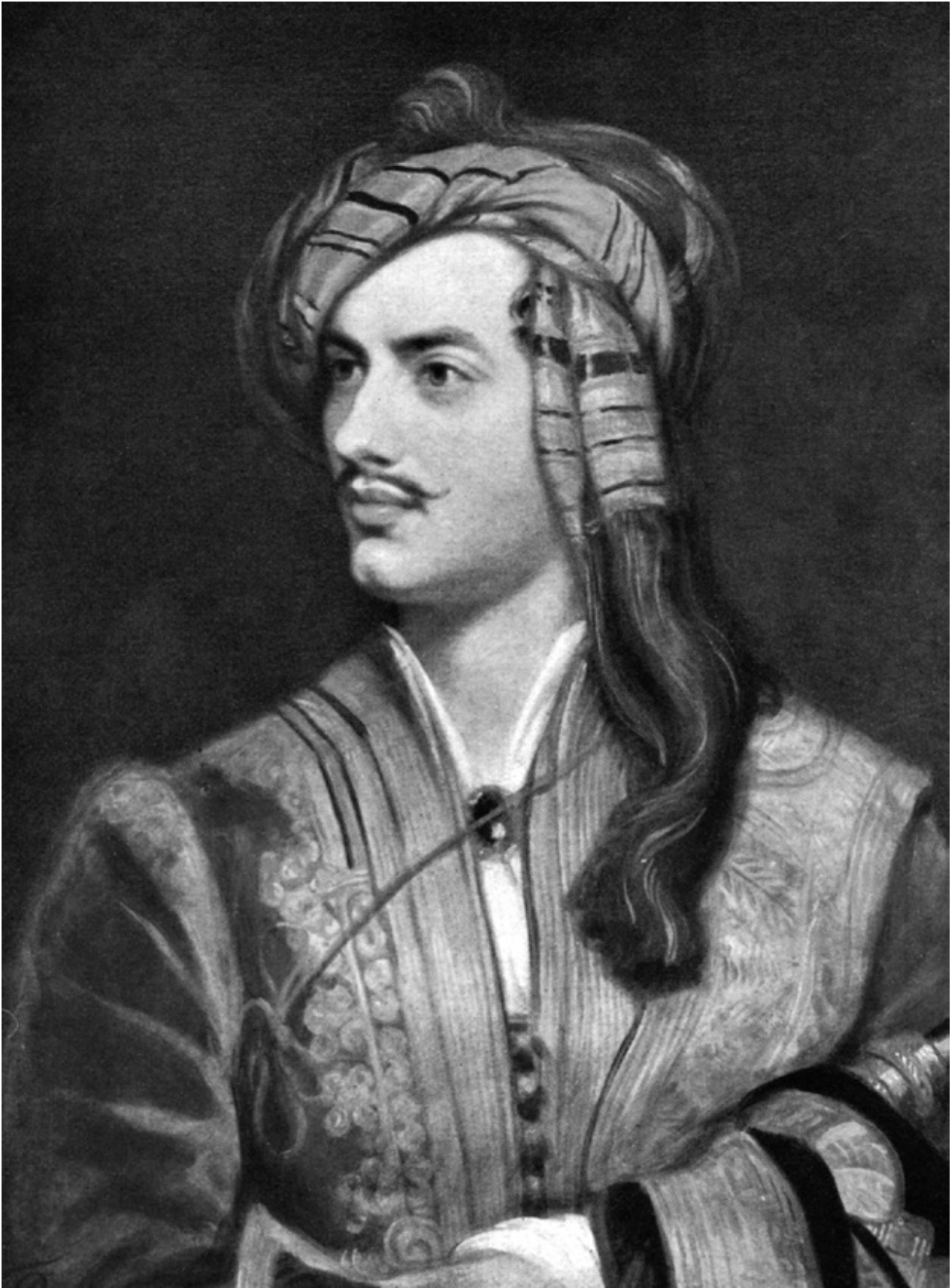
Ada, jedyne ślubne dziecko słynnego poety George’a Byrona, odziedziczyła po nim romantycznego ducha. Tę cechę charakteru Ady próbowała utemperować jej matka, organizując dla niej prywatne lekcje matematyki. Starcie się tych dwóch wpływów roznieciło u Ady uwielbienie dla „poetyckiej nauki”, jak zaczęła wkrótce określać przedmiot swoich studiów. Matematyka skonfrontowała jej buntowniczą wyobraźnię z fascynacją liczbami. Dla wielu osób wychowanych w duchu romantycznej wrażliwości, w tym ojca Ady, rozentuzjasmowanie

technologią, które towarzyszyło rewolucji przemysłowej, było trudne do zniesienia. Tymczasem Ada z łatwością odnajdywała się na styku epok.





Ada, hrabina Lovelace (1815–1852). Obraz autorstwa Margaret Sarah Carpenter z 1836 roku



George Byron (1788–1824), ojciec Ady, w stroju albańskim na obrazie Thomasa Phillipsa

z 1835 roku



Charles Babbage (1791–1871), zdjęcie wykonane około 1837 roku

Nie było więc zaskoczeniem, że mimo wielkiego przepychu dworski debiut zrobił na Adzie mniejsze wrażenie niż udział w innym niesamowitym wydarzeniu londyńskiego sezonu towarzyskiego kilka tygodni później. Poznała wówczas Charlesa Babbage’a, czterdziestojednoletniego wdowca, wybitnego uczonego i matematyka, a przy tym znanego i hołubionego członka londyńskiej śmietanki towarzyskiej. „Bardziej niż wszystkie zbiegowiska wyższych sfer ucieszyło Adę przyjęcie, na którym była w środę – napisała matka Ady w liście do przyjaciela. – Poznała tam kilku ludzi nauki, w tym Babbage’a, który ją zachwycił”².

Elektryzujące przyjęcia Babbage’a, na których bawiło czasem nawet i trzystu gości, były miejscem spotkań lordów we frakach i dam w brokatowych sukniach z pisarzami, przemysłowcami, poetami, aktorami, politykami, podróżnikami, botanikami i innymi – jak dopiero co ochrzcił ich jeden ze znajomych Babbage’a – „naukowcami”³. Według pewnego znanego geologa, wprowadzając ludzi nauki do wyższych sfer, Babbage’owi „udało się zapewnić nauce należną pozycję społeczną”⁴.

Wieczory u Babbage’a obejmowały tańce, odczyty, gry i wykłady, którym towarzyszyły owoce morza, różne rodzaje mięsa, w tym drób, niecodzienne napoje i desery lodowe. Damy przebierały się w kostiumy i inscenizowały *tableaux vivants* – żywe obrazy wzorowane na najsłynniejszych malowidłach. Astronomowie rozstawiali teleskopy, badacze prezentowali rozmaite urządzenia elektryczne i magnetyczne, a sam Babbage pozwalał gościom bawić się swoimi mechanicznymi lalkami. Główną atrakcją każdego wieczoru – i jednym z wielu powodów, dla których Babbage organizował te przyjęcia – była demonstracja pewnego modelowego modułu jego maszyny różnicowej – gigantycznego mechanicznego kalkulatora, który konstruował w ognioodpornym budynku sąsiadującym z jego domem. Babbage dbał, by prezentacje te były odpowiednio dramatyczne. Kręcił korbą napędzającą mechanizm, czekając, aż jego wynalazek przeliczy zadany ciąg liczb, a kiedy wyczuwał, że widownia za chwilę zacznie się nudzić, pokazywał, jak schemat obliczeń może nagle

zmienić się w wyniku instrukcji zakodowanych w maszynie⁵. Tych z gości, którzy wykazywali szczególne zainteresowanie wynalazkiem, zapraszał do mieszczących się po drugiej stronie dziedzińca dawnych stajni, gdzie powstawała pełnowymiarowa maszyna.

Maszyna różnicowa Babbage'a potrafiła rozwiązywać równania wielomianowe i robiła wrażenie na wielu osobach, aczkolwiek na każdej z innego powodu. Księżę Wellington był zdania, że wynalazek Babbage'a mógłby przydać się do analizy zmiennych, z którymi generałowie mierzyli się przed bitwami⁶. U matki Ady, lady Byron, zachwyt brał się z odczucia, że jest to „maszyna myśląca”. Opinię Ady, która w późniejszych latach zasłynęła stanowiskiem, że maszyny nigdy nie będą naprawdę myśleć, podsumował przyjaciel, który wraz z Byronami był obecny na demonstracji Babbage'a: „Panna Byron, mimo młodego wieku, zrozumiała mechanizm działania i dostrzegła wielkie piękno tego wynalazku”⁷.

Ada, jako miłośniczka i poezji, i matematyki, dysponowała umysłem uformowanym odpowiednio, by dostrzec piękno w maszynie obliczeniowej. Stanowiła uosobienie nauki romantycznej, którą cechował liryczny entuzjazm dla wynalazków i odkryć i która, jak pisze Richard Holmes w *Wiek cudów*, „wniosła do pracy naukowej nowy element, czyli intensywność i ekscytację. [Kierowała się] bardzo wówczas popularnym ideałem osobistego poświęcenia się odkryciom – gwałtownie, a wręcz nierozważnie”⁸.

Mówiąc krótko, ówczesna epoka nie różniła się tak bardzo od obecnej. Wynalazki okresu rewolucji przemysłowej, takie jak silnik parowy, krosno mechaniczne i telegraf, odmieniły dziewiętnastowieczne życie w podobnym stopniu co wynalazki ery cyfrowej – komputery, układy scalone i internet – odmieniły nasze. Siłą sprawczą obu epok byli innowatorzy łączący wyobraźnię i pasję artysty z fascynacją cudami technologii. To właśnie takie połączenie dało nam poetycką naukę Ady i „miłosierne maszyny”, o których pisał dwudziestowieczny poeta Richard Brautigan.

George Byron

Ada odziedziczyła po ojcu buntowniczą naturę i poetycki temperament, z pewnością jednak nie z jego genów wzięło się u niej uwielbienie dla maszynierii. George Byron był bowiem luddystą. W swoim debiutanckim przemówieniu w Izbie Lordów, wygłoszonym w lutym 1812 roku, dwudziestoczteroletni Byron bronił członków ruchu Neda Ludda i usprawiedliwiał niszczenie przez nich maszyn tkackich. Nie szczędząc sarkazmu, Byron wyśmiał właścicieli zakładów włókienniczych w Nottingham, którzy usiłowali przepchnąć przez parlament ustawę czyniącą z niszczenia krosien mechanicznych przestępstwo karane śmiercią. „Maszyny te stanowią dla nich źródło korzyści, gdyż wyparły konieczność zatrudniania pewnej liczby robotników, którzy zostali w ten sposób skazani na śmierć głodową – oznajmił. – Odrąceni robotnicy, zaślepieni przez własną głupotę, miast radować się tym postępem w jakże przydatnej człowiekowi dziedzinie, wydumali sobie, jakoby rzucono ich na pożarcie postępowi mechaniki”.

Dwa tygodnie później Byron wydał dwie pierwsze pieśni epickiego poematu *Wędrówki Childe Harolda*, w którym przedstawił wyidealizowany obraz swoich podróży po Portugalii, Malcie i Grecji, i niedługo potem, jak wyznał w późniejszych latach, „pewnego dnia obudził się sławny”. Jako piękny, uwodzicielski, targany emocjami i żądny seksualnych przygód młody mężczyzna w tym samym stopniu tworzył archetyp bohatera bajronicznego w swojej poezji, co realizował go w życiu. Stał się ulubieńcem londyńskich literatów, a na jego cześć zaczęto wyprawiać po trzy przyjęcia dziennie. Najbardziej pamiętnymi z nich wszystkich były poranne potańcówki u lady Caroline Lamb.

Lady Caroline, mimo że była żoną dobrze usytuowanego politycznie arystokraty, który później objął stanowisko premiera, zapalała do Byrona szaleńczą miłością. On zaś uważał, że jest „zbyt chuda”. Ostatecznie skusiła go jej niekonwencjonalna i zagadkowa seksualność (lady Caroline lubiła przebierać się za służącego). Kiedy ich burzliwy romans dobiegł końca,

Caroline popadła w obsesję i zaczęła nękać Byrona. To z jej ust padły słynne, zgodne zresztą z prawdą słowa, że był „szalony, zły i niebezpiecznie było go znać”. Ale, nawiasem mówiąc, to samo odnosiło się do niej.

Na jednym z przyjęć u lady Caroline Byron zwrócił uwagę na powściągliwą młodą kobietę „w skromniejszym stroju”. Okazała się nią Annabella Milbanke, dwunastolatka z zamożnej, bogato utytułowanej rodziny. Annabella, świeżo po lekturze *Childe Harolda*, miała mieszane opinie o jego autorze. „Zdecydowanie za dużo w nim z manierysty – pisała później. – Najlepiej radzi sobie z kreśleniem głębokiego uczucia”. Kiedy dostrzegła go po drugiej stronie sali, targnęły nią sprzeczne, ale i potencjalnie niebezpieczne emocje. „Nie zależało mi, by nas zapoznano, albowiem pozostałe kobiety groteskowo wręcz zalecały się do niego i dopraszały, by poczuć na plecach bicz jego satyry – napisała do matki. – Nie zależy mi na miejscu wśród jego zdobyczy. Nie złożyłam ofiary na ołtarzu *Childe Harolda*, acz nie odmówię mu znajomości, jeśli nadarzy się ku niej okazja”⁹.

Okazja w rzeczy samej się nadarzyła. Po tym, jak oficjalnie przedstawiono mu Annabellę, Byron uznał, że nadawałaby się na żonę. Był to jeden z rzadkich przypadków, kiedy rozsądek zwyciężył u niego z romantyczną duszą. Zamiast wywoływać w nim seksualne uniesienia, Annabella była raczej kobietą, która mogła okiełznać jego namiętności i skłonność do ekscesów, a na dodatek spłacić ciężące mu długi. Oświadczył się jej listownie, bez większego przekonania. Annabella rozsądnie odmówiła, a Byron rzucił się w wir znacznie mniej stosownych romansów, w tym ze swoją przyrodnią siostrą, Augustą Leigh. Po roku jednak Annabella doprowadziła do wznowienia starań o rękę. Byron, który tymczasem zadłużył się jeszcze bardziej i był gotów chwycić się brzytwy, by poskromić swe nawyki, widział w potencjalnym związku rozsądne, acz niezbyt porywające rozwiązanie. „Uratować mnie może jedynie bezzwłoczne małżeństwo – przyznał ciotce Annabelli. – Jeśli Pani bratanica jest osiągalna, wolałbym ją. Jeśli nie, wezmę pierwszą kobietę, która nie będzie wyglądała, jakby chciała splunąć mi w twarz”¹⁰. Bywało, że George

Byron stawał się mało romantyczny. Pobili się z Annabellą w styczniu 1815 roku.

Byron skonsumował swoje małżeństwo w iście bajronicznym stylu. „Zaciągnąłem lady Byron na tapczan jeszcze przed kolacją” – napisał o dniu ślubu¹¹. Kiedy odwiedzili jego przyrodną siostrę dwa miesiące później, wciąż jeszcze sypiali ze sobą, bo mniej więcej wtedy Annabella zaszła w ciążę. Podczas tej wizyty lady Byron zaczęła jednak nabierać podejrzeń, że charakter przyjaźni jej męża z Augustą wykracza poza normalne stosunki między bratem a siostrą, szczególnie po tym, jak Byron położył się na tapczanie i poprosił, żeby całowały się z nim na zmianę¹². Po tym zajściu ich małżeństwo zaczęło się rozsypywać.

Annabella знаła matematykę, co bawiło Byrona, który w okresie zalotów żartował z własnej pogardy dla precyzji liczb. „Wiem, że dwa i dwa daje cztery, i nie miałbym nic przeciw, by umieć tego dowieść – pisał – muszę jednak przyznać, że gdybym potrafił w jakikolwiek sposób przekształcić sumę dwóch i dwóch w pięć, sprawiłoby mi to znacznie większą przyjemność”. Na początku znajomości żartobliwie nazywał Annabellę swoją „księżniczką równoległoboków”. Kiedy jednak małżeństwo zaczęło się psuć, dopracował tę matematyczną analogię: „Jesteśmy dwoma równoległymi liniami, ciągnącymi się jedna przy drugiej w nieskończoność bez szansy na spotkanie”. Później wyśmiał ją w pierwszej pieśni swojego poematu *Don Juan*, pisząc: „Najmilszy był jej dział Matematyki. Była chodzącą kalkulacją”.

Narodziny córki 10 grudnia 1815 roku nie zdołały uratować małżeństwa. Dziewczynka otrzymała pierwsze imię po nieco zbyt ukochanej przyrodniej siostrze Byrona i została ochrzczona Augusta Ada. Kiedy lady Byron upewniła się co do perwersyjnych zachowań swojego męża, zaczęła zwracać się do córki wyłącznie drugim imieniem. Pięć tygodni później spakowała swój dobytek do powozu i uciekła z niemowlęciem do wiejskiej posiadłości rodziców.

Ada nigdy więcej nie zobaczyła ojca. W kwietniu tego samego roku Byron opuścił kraj, po tym jak żona w listach tak wyrachowanych, że

zyskały jej przydomek „matematycznej Medei”, zagroziła ujawnieniem jego kazirodczych i homoseksualnych romansów, jeśli nie zgodzi się na umowę o separacji dającą jej wyłączne prawo do opieki nad dzieckiem¹³.

W pierwszych wersach trzeciej pieśni *Childe Harolda*, którą stworzył kilka tygodni później, Byron zwraca się do Ady, którą przedstawia jako swoją muzę:

Czy liczko twoje matkę przypomina?
O śliczna Ado, dziecino jedyna
Mojego serca, mojego imienia!
Gdym raz ostatni, w chwili rozłączenia
W twe oczki patrzał, śmiały mi się one,
Wówczas rozstanie było osłodzone
Nadzieją¹.

Byron napisał ten fragment w willi nad Jeziorem Genewskim, gdzie spędzał czas z poetą Percym Bysshe’em Shelleyem i jego przyszłą żoną Mary. Niemiłosiernie wówczas lało. Pewnego razu, znużony tym, że deszcz od kilku dni nie pozwala im wyjść na zewnątrz, Byron zaproponował, by każdy napisał opowiadanie grozy. Sam przygotował fragment opowieści o wampirze, notabene jednej z pierwszych w historii literatury. Mary zaprezentowała zręby historii, która później trafiła w poczet klasyków: *Frankensteina*. Była to w pewnym sensie adaptacja mitu o Prometeuszu, który stworzył człowieka z gliny i przekazał mu ogień wykradziony bogom – opowieść o naukowcu, któremu udało się zmienić zbudowanego przez siebie golema w myślącego człowieka. *Frankenstein* przestrzegał przed konsekwencjami rozwoju techniki i nauki. Poruszał też kwestię, którą później kojarzono z Adą: czy człowiek zbuduje kiedyś prawdziwie myślącą maszynę?

Trzecia pieśń *Childe Harolda* kończy się przepowiednią, że Annabella będzie starała się utrudnić Adzie poznanie ojca, i tak też się stało. W jej domu znajdował się portret Byrona, ale Annabella pilnowała, by zawsze pozostawał zakryty, a Ada ujrzała go po raz pierwszy dopiero po

ukończeniu dwudziestu lat¹⁴.

Tymczasem Byron, nieważne dokąd zawędrował, zawsze stawiał podobiznę Ady na biurku, a w listach często prosił o wiadomości na jej temat albo nowe portrety. Kiedy Ada miała siedem lat, napisał do Augusty: „Chciałbym, żebyś uzyskała od lady B jakieś informacje na temat usposobienia Ady. [...] Ma dziewczyna wyobraźnię? [...] Ma ognisty temperament? Zniosę wszystko, byleby nie okazało się, że bogowie obdarzyli ją duszą poety – jeden taki szaleniec w rodzinie wystarczy”. Lady Byron przekazała, że Ada ma bogatą wyobraźnię, którą „wykorzystuje głównie w połączeniu ze swoim talentem do mechaniki”¹⁵.

W tym samym okresie Byronowi, który od pewnego czasu podróżował po Włoszech, pisząc i wdając się w najróżniejsze romanse, zaczęła doskwierać nuda, postanowił więc przyłączyć się do Greków w walce o niepodległość przeciwko Turkom. Udał się w rejs do Missolungi, gdzie objął dowództwo nad częścią powstańczej armii i podjął przygotowania do ataku na turecki fort. Zanim jednak zdążył wziąć udział w bitwie, dopadło go wyjątkowo ciężkie przeziębienie, które dodatkowo pogorszyła decyzja lekarza o upuszczaniu krwi. 19 kwietnia 1824 roku Byron zmarł. Wedle relacji jego kamerdynera, jednymi z jego ostatnich słów były: „Ach, moje biedne, kochane dziecko! Moja kochana Ado! Boże, cóż bym dał, by ją ujrzeć! Pobłogosławcie jej ode mnie”¹⁶.

Ada

Lady Byron chciała mieć pewność, że Ada nie wda się w ojca. Obrała więc strategię polegającą na zapewnieniu dziewczynie dogłębnej znajomości matematyki, która w jej mniemaniu stanowiła doskonałe antidotum na wyobraźnię poetycką. Kiedy Ada w wieku lat pięciu zaczęła wykazywać wzmożone zainteresowanie geografią, Annabella zarządziła, by zastąpić naukę tejże dodatkowymi lekcjami arytmetyki. Guwernantka wkrótce z dumą doniosła, że mała „precyzyjnie sumuje szeregi pięciu i sześciu liczb”. Mimo tych starań u Ady i tak pojawiły się pewne bajroniczne

inklinacje. Jako młoda nastolatka miała romans z jednym ze swoich guwernerów, a kiedy przyłapano ich in flagranti i jej kochanek dostał zakaz zbliżania się do rodziny, próbowała uciec z domu, by z nim zamieszkać. Miewała też wahania nastroju, który oscylował u niej od przeświadczenia o własnym geniuszu po ciężkie załamania. Co gorsza, nękały ją różne dolegliwości natury zdrowotnej.

Ada podzielała przekonanie matki, że zanurzenie się w matematyce może jej pomóc okiełznać swoje bajroniczne skłonności. W wieku osiemnastu lat, po niebezpiecznym romansie z guwernerem i zetknięciu się z inspirującą maszyną różnicową Babbage’a, z własnej inicjatywy podjęła dalszą naukę. „Muszę przestać myśleć o życiu przez pryzmat przyjemności i zaspokajania osobistych zachcianek – napisała do nowego korepetytora. – Zauważyłam, że obecnie jedynym, co pomaga okiełznać dzikie zapędy mej wyobraźni, jest oddawanie się z wielką intensywnością zgłębianiu przedmiotów naukowej natury. [...] Wydaje mi się, iż przede wszystkim powinnam przejść kurs matematyki”. Nauczyciel uznał jej plan za trafiony: „Masz rację, zakładając, że w obecnym stanie najpomocniejszym i najbezpieczniejszym wyborem będzie bezwzględne oddanie się nauce. Nie ma przedmiotu, który sprawdzałby się w takim celu lepiej od matematyki”¹⁷. Przepisał jej geometrię euklidesową, a na dokładkę porcję trygonometrii i algebry. Oboje uważali, że każdego wyleczyłoby to z nadmiaru artystycznych i romantycznych namiętności.

Zainteresowanie Ady technologią roznieciło się wówczas, gdy matka zabrała ją na wyjazd po uprzemysłowionej środkowej Anglii i pokazała jej nowoczesne zakłady i maszyny. Mechaniczne krosno, które produkowało tkaninę na podstawie sekwencji kart perforowanych, zaimponowało Adzie tak bardzo, że sporządziła jego szkic. Właśnie takie urządzenia ze strachu przed zmianami wywołanymi przez rozwój technologii niszczyli luddyci, których w swoim słynnym przemówieniu w Izbie Lordów bronił jej ojciec. Tymczasem Ada rozpływała się w pochwałach na ich temat. Co więcej, dostrzegała, że mają wiele wspólnego z urządzeniami, które później ochrzczono komputerami. „Maszyneria ta przywodzi mi na myśl

Babbage’a i jego precudnej urody mechanizm” – pisała¹⁸.

Nauki stosowane zyskały w oczach Ady jeszcze bardziej, kiedy poznała Mary Somerville, jedną z nielicznych poważanych brytyjskich matematyczek i uczonych. Było to niedługo po tym, jak Somerville skończyła pisać jedno ze swoich najważniejszych dzieł, *On the Connexion of the Physical Sciences* („O związku nauk fizycznych”), w którym opisała, jak postępy w astronomii, optyce, elektryczności, chemii, fizyce, botanice i geologii splatają się w jedną całośćⁱⁱ. Książka ta odzwierciedlała panujące wówczas nastroje, przedstawiając spójną wizję nadzwyczajnych odkryć, których właśnie dokonywano. W pierwszym zdaniu Somerville oznajmiała: „Postęp nowoczesnej nauki, szczególnie na przestrzeni ostatnich pięciu lat, wyróżnia się niebywałą tendencją do upraszczania praw natury i scalania odosobnionych dotychczas działów szerszych dyscyplin”.

Somerville została przyjaciółką, nauczycielką, inspiratorką i mentorką Ady. Spotykała się z nią regularnie, przysyłała jej książki o matematyce, wymyślała dla niej zadania i cierpliwie tłumaczyła rozwiązania. Jako że była też dobrą znajomą Babbage’a, jesienią 1834 roku spędziły z Adą wiele sobotnich wieczorów na jego przyjęciach. Z kolei syn Somerville, Woronzow Greig, wspomógł dążenie Ady do ustatkowania się, sugerując jednemu ze swoich dawnych kolegów z Cambridge, że byłaby co najmniej odpowiednią, a w każdym razie interesującą kandydatką na żonę.

William King był poważanym w towarzystwie, zamożnym, nienarzucającym się swoją inteligencją mężczyzną, którego małomówność dorównywała pobudliwości Ady. Jego również pasjonowała nauka, aczkolwiek od strony zdecydowanie bardziej praktycznej: głównymi obszarami jego zainteresowań były techniki płodozmianu i hodowli bydła.

Kilka tygodni po tym, jak ich sobie przedstawiono, poprosił Adę o rękę, a ta przyjęła jego oświadczenia. Matka Ady, kierując się motywami, które pojąć mógłby wyłącznie psychiatra, uznała za nieodzowne, by donieść Williamowi o podjętej przez Adę próbie ucieczki z guwernerem, w którym się zadurzyła. William nie poczuł się na tyle urażony tą wiadomością, by

odwołać ślub; ceremonia ostatecznie odbyła się w lipcu 1835 roku. „Miłosierny Bóg, który tak łaskawie pomógł Ci zejść z drogi pełnej niebezpieczeństw, zesłał Ci przyjaciela i obrońcę” – napisała lady Byron w liście do córki, dodając, że powinna wykorzystać te okoliczności, by „pożegnać się” ze wszystkimi swoimi „dziwactwami, kaprysami i egoistycznymi skłonnościami”¹⁹.

Małżeństwo Ady i Williama było triumfem wyrachowanego rozsądku. Adzie dało szansę na prowadzenie bardziej stabilnego i dojrzałego trybu życia, a do tego uwolniło ją od wpływu dominującej matki. William z kolei otrzymał fascynującą, ekscentryczną żonę z bogatej i słynnej rodziny.

Kuzyn lady Byron, wicehrabia Melbourne (który miał pecha być małżonkiem nieżyjącej już wówczas lady Caroline Lamb), wykorzystał swoje wpływy premiera i załatwił Williamowi tytuł hrabiego Lovelace, który został mu nadany przy okazji koronacji królowej Wiktorii. Ada, jako żona Williama, awansowała tym samym na hrabinę Lovelace. Oznacza to, że choć dziś jest powszechnie znana jako Ada Lovelace, wedle obowiązujących zasad należałoby ją nazywać lady Lovelace lub po prostu Adą.

W Boże Narodzenie 1835 roku matka Ady przekazała jej należący do rodziny naturalnych rozmiarów portret lorda Byrona pędzla Thomasa Phillipisa. Przedstawiał on romantyczny profil Byrona, wpatzonego w dal i ubranego w tradycyjny albański strój złożony z czerwonej aksamitnej kamizeli, ceremonialnego miecza i ozdobnej chusty na głowie. Przez długie lata obraz ten wisiał nad kominkiem dziadków Ady, starannie zakryty zielonym płótnem od dnia, w którym jej rodzice się rozstali. Teraz jednak Adzie wolno było nie tylko oglądać malowidło, ale i przejąć opiekę zarówno nad nim, jak i kałamarzem i piórem ojca.

Kilka miesięcy później, kiedy przyszedł na świat pierwszy syn Lovelace’ów, matka Ady zrobiła coś jeszcze bardziej zaskakującego. Mimo odrazy, jaką czuła do nieżyjącego już męża, zgodziła się, by Ada dała swojemu chłopcu na imię Byron. Rok później Ada urodziła córkę, którą niejako z poczucia obowiązku ochrzciła Annabellą. Krótko potem zapadła

na tajemniczą chorobę, przez którą spędziła kilka miesięcy przykuta do łóżka. Udało jej się dojść do siebie na tyle, by urodzić trzecie dziecko – syna, któremu dała na imię Ralph – jednak już nigdy nie odzyskała pełni zdrowia. Trapiły ją dolegliwości układu pokarmowego i oddechowego, na które nakładały się wahania nastroju i okresowe urojenia, będące skutkami ubocznymi leczenia za pomocą laudanum, morfiny i innych postaci opium.

Adę dodatkowo wytrąciło z równowagi pewne niedorzecznie dramatyczne, nawet jak na standardy rodziny Byronów, wydarzenie natury osobistej. Sprawa dotyczyła Medory Leigh, córki przyrodniej siostry (i okazjonalnej kochanki) Byrona. Tajemnicą poliszynela było, że to Byron był ojcem Medory, która zresztą postępowała tak, jakby pragnęła dowieść, że bajronowska podłość jest dziedziczna. Wdała się mianowicie w romans z mężem jednej z sióstr, z którym następnie uciekła do Francji i miała dwójkę nieślubnych dzieci. Lady Byron zaś, dowiedziawszy się o tym, w napadzie moralizatorskiego egoizmu pojechała odbić Medorę, po czym wyjawiała Adzie prawdę o kazirodztwie ojca.

Ta „niebywale dziwna i okropna historia” niezbyt zdziwiła Adę. „Nie czuję się ani trochę zaskoczona – odpisała matce. – Potwierdzasz ledwie rzecz, co do której od lat prawie nie miałam złudzeń”²⁰. Zamiast jednak wywołać u niej poczucie zhańbienia, wiadomość ta nieoczekiwanie dodała jej energii. Ada zadeklarowała, że w pewnym sensie utożsamia się z ojcowską potrzebą lekceważenia norm społecznych. W odniesieniu do „zmarnowanego geniuszu” Byrona napisała matce: „Jeśli przekazał mi jakąkolwiek część tego geniuszu, wykorzystam go, by wydobyć na światło dzienne najważniejsze prawa natury. Myślę, że tak widział moją rolę. Jestem o tym mocno przekonana i postępowanie zgodnie z tym uczuciem sprawia mi przyjemność”²¹.

Ada ponownie podjęła naukę matematyki w nadziei, że to pomoże jej ukoić nerwy. Postanowiła też namówić Babbage’a, żeby został jej nauczycielem. „Mam niepospolity sposób uczenia się i myślę, że w związku z tym musi mnie uczyć niepospolity człowiek” – napisała do niego. Trudno określić, czy było to skutkiem opiatów, czy proweniencji, tak

czy inaczej, Ada nabrała nieco przesadnego wyobrażenia o swoich talentach i zaczęła tytułować się geniuszem. W liście do Babbage’a napisała: „Proszę nie uznać mnie za przemądrzałą. [...] Uważam wszakże, iż w tych dziedzinach mogę zejść tak daleko, jak tylko zechcę, i zastanawia mnie, czy kiedy ktoś wykazuje tak zdecydowany pociąg – a może powinnam wręcz powiedzieć: pasję – jak ja do nich, to czy nie jest to zawsze w pewnym stopniu zasługą wrodzonego geniuszu”²².

Babbage, jak się okazało – słusznie, odrzucił prośbę Ady. Ich przyjaźń przetrwała dzięki temu do czasu, kiedy pojawiła się okazja do jeszcze ważniejszej współpracy, a Adzie i tak udało się znaleźć dla siebie wspaniałego nauczyciela matematyki: cierpliwego dżentelmena Augustusa De Morgana, jednego z pionierów logiki symbolicznej i autora postulatu mówiącego, że równania algebraiczne mogą odnosić się do rzeczy, które nie są liczbami. To płynącą z tego założenia koncepcję, że relacje pomiędzy symbolami (na przykład $a + b = b + a$) mogą stanowić elementy składowe uniwersalnej logiki, Ada wykorzystała później w sposób, który odbił się echem w historii.

Ada, wbrew opinii wielbicieli usiłujących wynieść ją na ołtarze, nie była genialną matematyczką, miała jednak zapał do nauki. Zdołała pojąć większość podstawowych zagadnień rachunku różniczkowego i całkowego, a za sprawą swojej artystycznej wrażliwości lubiła sobie wizualizować krzywe i trajektorie opisywane przez równania. De Morgan zachęcał ją, by skupiła się na zasadach rozwiązywania równań, Ada jednak wolała omawiać koncepcje, które kryły się za nimi. Podobnie podchodziła do geometrii i często prosiła o wizualne przedstawianie zadań, na przykład kiedy chodziło o kształty powstające w wyniku podziału sfery przecinającymi się okręgami.

Zdolność dostrzegania piękna matematyki jest darem, którego brakuje większości ludzi, także i tym, którzy uważają się za intelektualistów. Ada tymczasem rozumiała, że matematyka jest zachwycającym językiem, który opisuje harmonię wszechświata i bywa poetycki. Wysiłki Annabelli nie mogły więc zmienić tego, że jej córka wdała się w ojca i była obdarzona

poetycką wrażliwością. Że zarówno widziała w równaniach pociągnięcia pędzla odwzorowujące fizyczny przepych natury, jak i potrafiła zwizualizować sobie „morze koloru ciemnego wina”ⁱⁱⁱ albo kobietę, która „gdy stąpa, piękna, jakże przypomina gwiaździste niebo bez śladu obłoku”^{iv}. Matematyka jednak przemawiała do niej jeszcze silniej niż poezja. Stanowiła doznanie duchowe. Była „najskuteczniejszym z narzędzi pozwalających mizernemu ludzkiemu umysłowi pojąć sens dzieła Stwórcy”, a także „jedynym językiem zdolnym wyrazić najważniejsze prawa natury” i pozwalającym opisać „zmiany we wzajemnych stosunkach” zachodzące między elementami wszechświata.

Udział jednostek potrafiących angażować wyobraźnię do rozważań naukowych charakteryzował zarówno rewolucję przemysłową, jak i komputerową, której Ada miała stać się patronką. Jak wyznała Babbage’owi, uważała, że pod wieloma względami przerasta talentem ojca, który nie rozumiał związku pomiędzy poezją a analizą matematyczną. „Nie wierzę, że ojciec był (czy w ogóle mógł się stać) poetą lepszym, niż ja będę analitykiem, albowiem u mnie oba te aspekty są ze sobą nierozzerwalnie związane”²³ – pisała.

Ponowne zajęcie się matematyką pobudziło Adę do kreatywnego myślenia i zaowocowało, jak powiedziała matce: „niebywałym rozwojem wyobraźni, tak potężnym, że nie mam ani krztyny wątpliwości, że jeśli będę kontynuowała naukę, w odpowiednim czasie zostanę poetą”²⁴. Intrygowało ją samo zjawisko wyobraźni, szczególnie w odniesieniu do technologii. „Czymże jest wyobraźnia? – pytała w eseju opublikowanym w 1841 roku. – To zdolność spajania. Łączenia rzeczy, faktów, pomysłów i koncepcji w nieskończoną liczbę nowych, oryginalnych, ciągle zmieniających się kombinacji. [...] Jest tym, co pozwala wejrzeć do otaczających nas niewidzialnych światów, światów Nauki”²⁵.

Ada już wówczas miała przeświadczenie, iż posiada wyjątkowe, wręcz nadprzyrodzone zdolności, które nazywała „intuicyjnym postrzeganiem rzeczy ukrytych”. Przekonanie o własnym geniuszu roznieciło w niej ambicję, jakich u zarania ery wiktoriańskiej raczej nie spotykało się

u młodych matek z arystokratycznych rodzin. „Uważam, że posiadam niepowtarzalny zestaw talentów, idealnie dopasowanych, by zostać przede wszystkim odkrywcą ukrytych praw natury – wyjaśniła matce w liście wysłanym w 1841 roku. – Jestem niczym wielka soczewka skupiająca promienie światła ze wszystkich zakątków wszechświata”²⁶.

W takim oto stanie umysłu znajdowała się, gdy postanowiła odnowić znajomość z Charlesem Babbage’em, na którego przyjęciach bywała osiem lat wcześniej.

Maszyny Charlesa Babbage’a

Charles Babbage już od najmłodszych lat interesował się maszynami zdolnymi naśladować człowieka. Jako dziecko był regularnie zabierany przez matkę do hal wystawowych i muzeów różnaitości, które w Londynie na początku XIX wieku wyrastały jak grzyby po deszczu. W jednym z takich miejsc, przy Hanover Square, właściciel o nader adekwatnym nazwisku Merlin zaprosił go do pracowni na strychu, gdzie przechowywał różne mechaniczne lalki, tak zwane automaty. Była tam między innymi srebrna figurka tancerki, wysoka na jakieś trzydzieści centymetrów, która z gracją poruszała rękoma, a w dłoni trzymała ptaka machającego ogonem i skrzydłami oraz otwierającego dziób. Ta Srebrna Dama wyrażała uczucia i osobowość tak przekonująco, że uwiodła młodego Babbage’a. „Miała spojrzenie pełne fantazji” – wspominał. Lata później natknął się na nią na aukcji upadłościowej i kupił ją. Służyła potem za ciekawostkę do zabawiania gości podczas przyjęć, na których Babbage celebrował cuda techniki.

Na Uniwersytecie Cambridge Babbage zaprzyjaźnił się z grupą naukowców, w tym z Johnem Herschelem i George’em Peacockiem, którzy, podobnie jak on, byli zawiedzeni sposobem nauczania matematyki. Wspólnie założyli Analytical Society (Stowarzyszenie Analitików) i rozpoczęli kampanię, której celem było przekonać uniwersytet do odejścia w rachunku różniczkowym od notacji Newtona, opartej na kropkach

(Newton był absolwentem Cambridge), na rzecz notacji Leibniza, który do oznaczania nieskończenie małych przyrostów wartości zmiennych i funkcji wykorzystywał symbole dx i dy . Babbage, który bywał zgryźliwy, ale miał też poczucie humoru, zatytułował ich manifest *The Principles of pure D-ism in opposition to the Dot-age of the University* (w wolnym tłumaczeniu: „Fundamentalistyczny d-izm jako sprzeciw wobec kropko-demencji uniwersytetu”)²⁷.

Pewnego dnia Herschel natknął się w sali stowarzyszenia na Babbage’a poprawiającego pełną rozbieżności tabelę logarytmów. Widząc, że jego kolega nad czymś się zastanawia, spytał, o co chodzi. „Boże, że też tych obliczeń nie wykonała para” – odparł Babbage. Herschel odrzekł, iż pomysł, by obliczać tablice logarytmiczne jakąś metodą mechaniczną „wydaje się całkiem wykonalny”²⁸. W 1821 roku Babbage postanowił zająć się konstrukcją odpowiedniej maszyny.

Próby konstruowania urządzeń liczących podejmowano na długo przed Babbage’em. W latach czterdziestych XVII wieku francuski matematyk i filozof Blaise Pascal stworzył mechaniczny kalkulator, by ulżyć swojemu ojcu w nużącej pracy kontrolera podatkowego. Wykorzystywał on metalowe koła zębate z cyframi od 0 do 9 na obwodzie. Aby obliczyć sumę lub różnicę, wykręcało się wskaźnikiem cyfry na tarczach przypominających te w dawnych telefonach, a specjalny podzespół przenosił lub pożyczzał jedynkę, kiedy zachodziła taka potrzeba. Wynalazek Pascala był pierwszym kalkulatorem, który został opatentowany i trafił do sprzedaży.

Trzydzieści lat później słynny niemiecki matematyk i filozof Gottfried Leibniz poszedł o krok dalej i skonstruował maszynę liczącą, która umożliwiała również mnożenie i dzielenie. Działała ona w oparciu o napędzany korbką cylinder, który zazębiał się z kołami liczącymi. Leibniz niestety zderzył się z czymś, co miało być źródłem regularnych problemów również w erze cyfrowej. W odróżnieniu od Pascala, który był nie tylko teoretykiem, ale i wprawnym, wręcz genialnym inżynierem i mechanikiem, Leibniz dysponował ograniczonymi umiejętnościami technicznymi i nie

miał w swoim otoczeniu ludzi, którzy mogliby mu pomóc. Dlatego też podzielił los wielu genialnych teoretyków pozbawionych wsparcia partnera z umiejętnościami praktycznymi: nie udało mu się skonstruować niezawodnie działającego egzemplarza swojego wynalazku. Mimo to kluczowy element jego kalkulatora – cylindryczna zębata, zwana bębniem schodkowym albo kołem Leibniza – trafił do wielu późniejszych maszyn, również tych budowanych w czasach Babbage’a.

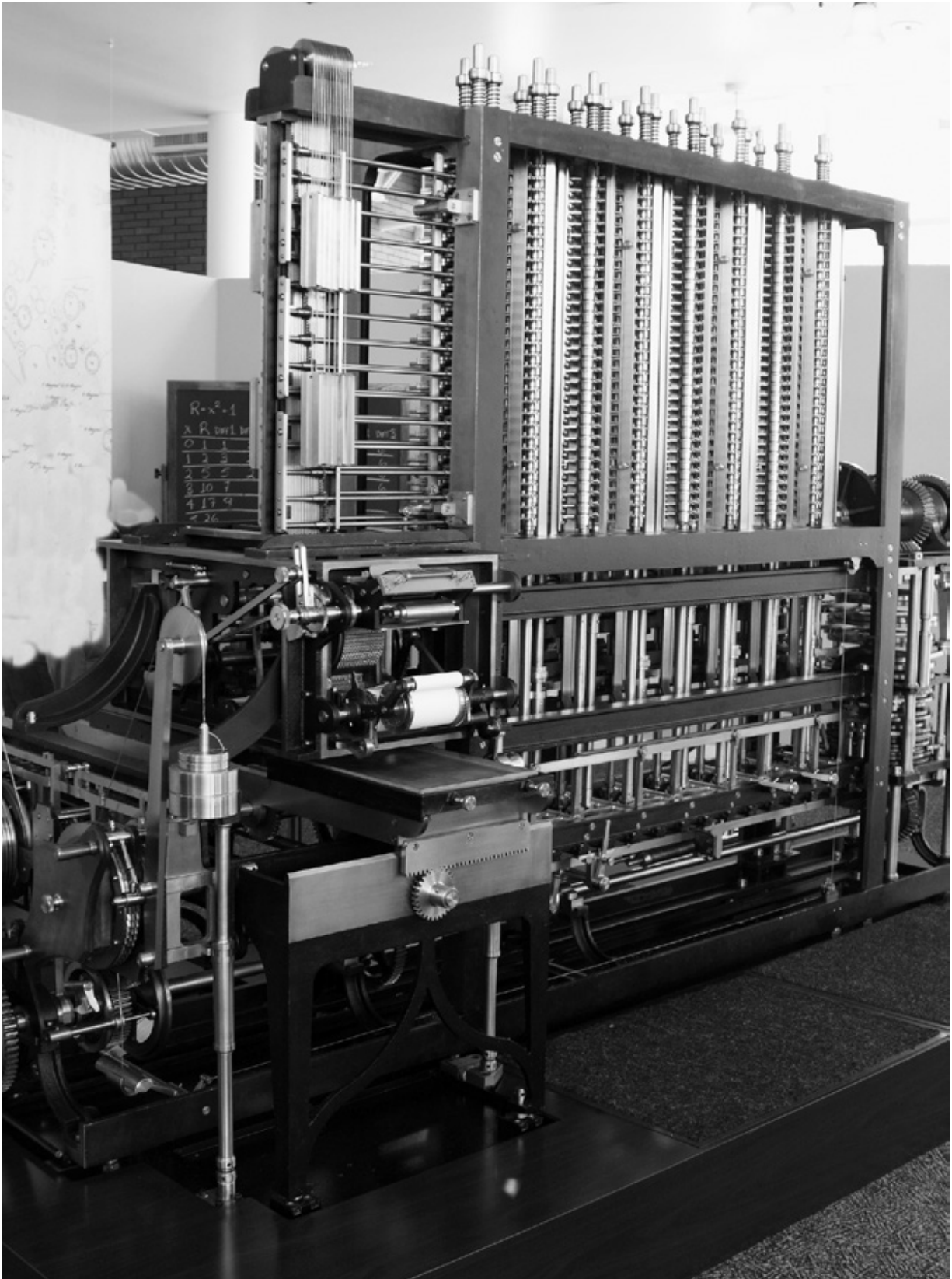
Babbage znał urządzenia Pascala i Leibniza, ale jego celem było coś bardziej skomplikowanego. Zależało mu na opracowaniu mechanicznej metody obliczania logarytmów, sinusów, cosinusów i tangensów^v, co zamierzał osiągnąć, dostosowując do swoich potrzeb pomysł, na który w ostatnim dziesięcioleciu XVIII wieku wpadł francuski matematyk Gaspard de Prony. De Prony, którego zadaniem było przygotowywanie tablic logarytmicznych i trygonometrycznych, podzielił wszystkie potrzebne operacje na bardzo łatwe etapy polegające wyłącznie na dodawaniu lub odejmowaniu. Następnie przygotował proste instrukcje, na podstawie których zastępy robotników znających jedynie podstawy matematyki wykonywały określone działania i przekazywały wyniki kolegom odpowiedzialnym za kolejny etap. Innymi słowy, de Prony skorzystał z jednej z największych innowacji okresu rewolucji przemysłowej i stworzył linię produkcyjną. W praktyce niewiele różniła się ona od tej, której analizę przedstawił Adam Smith w swoim pamiętnym esej o podziale pracy w fabryce szpilek. Po powrocie z Paryża, gdzie usłyszał o metodzie de Prony’ego, Babbage napisał: „Nagle wpadłem na pomysł, by zastosować tę samą metodę do ogromnej pracy, którą złożono na moje barki, i zacząć produkować logarytmy w taki sam sposób, w jaki produkuje się szpilki”²⁹.

Babbage był świadom, że nawet skomplikowane zadania matematyczne można rozłożyć na szereg pomniejszych operacji, które sprowadzają się do obliczania „różnic skończonych” poprzez zwykłe dodawanie i odejmowanie. Rozpatrzmy jako przykład sporządzenie tabeli kwadratów

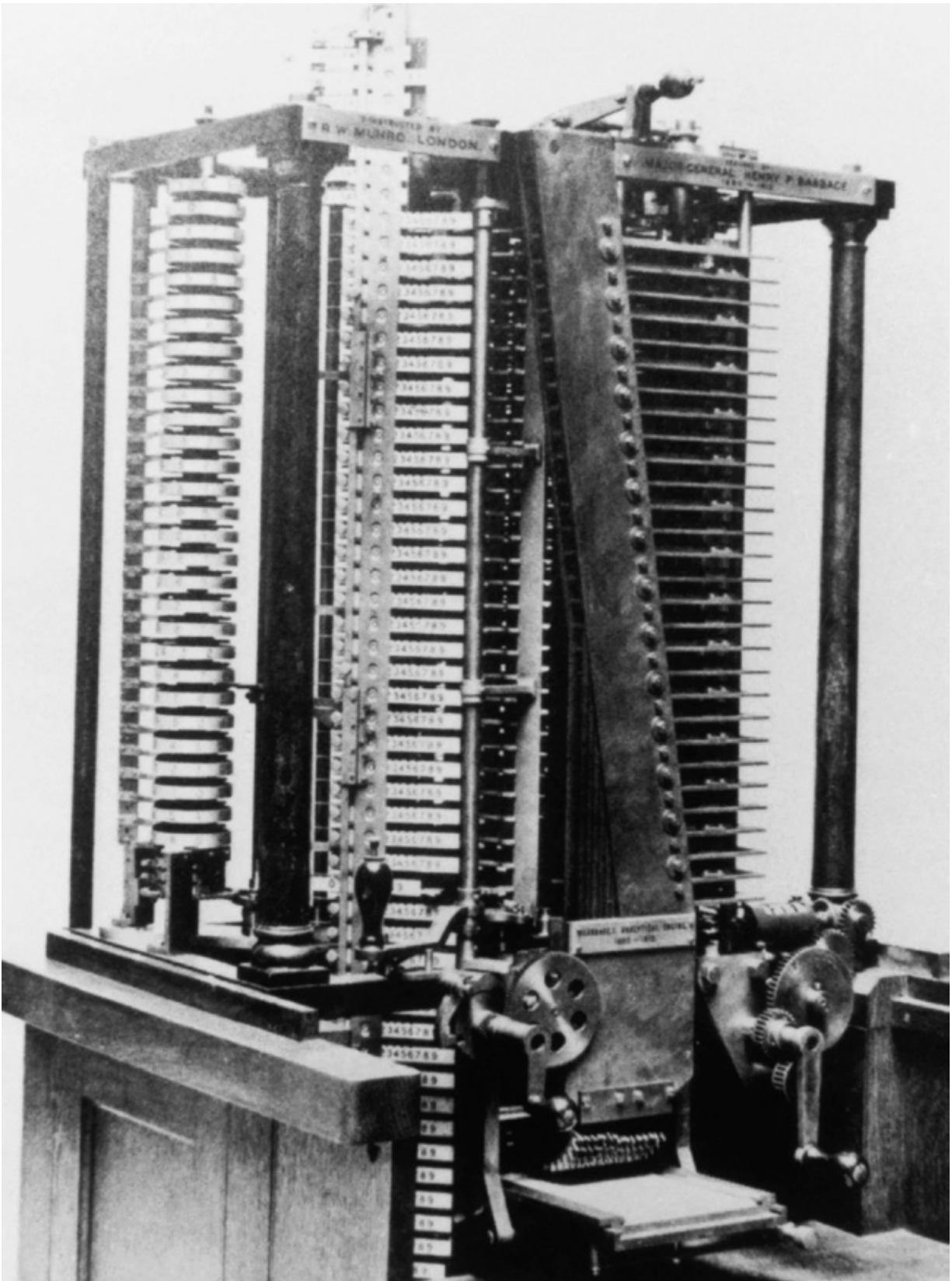
liczb całkowitych – 1^2 , 2^2 , 3^2 , 4^2 itd. Wypiszmy te potęgi w formie ciągu: 1, 4, 9, 16... i umieścimy je w kolumnie, nazwijmy ją A. Obok, w kolumnie B, wypiszmy różnice pomiędzy kolejnymi elementami z kolumny A, w tym wypadku: 3, 5, 7, 9... Teraz wystarczy jeszcze obliczyć różnice pomiędzy elementami z kolumny B, czyli w naszym przypadku: 2, 2, 2, 2... i zanotować je w kolumnie C. Tak rozłożony na operacje proces można następnie odwrócić i przydzielić poszczególne zadania niewykwalifikowanym robotnikom. Pierwszy zajmowałby się dodawaniem liczby 2 do ostatniej liczby z kolumny B. Swoją wynik przekazywałby następnej osobie, która dodawałaby go do ostatniej liczby z kolumny A, generując w ten sposób nowy element ciągu kwadratów.

Babbage opracował sposób mechanizacji tego procesu i nazwał swój wynalazek maszyną różnicową. Było to urządzenie cyfrowe pozwalające wyliczać wartości funkcji wielomianowych i przybliżone rozwiązania równań różniczkowych.

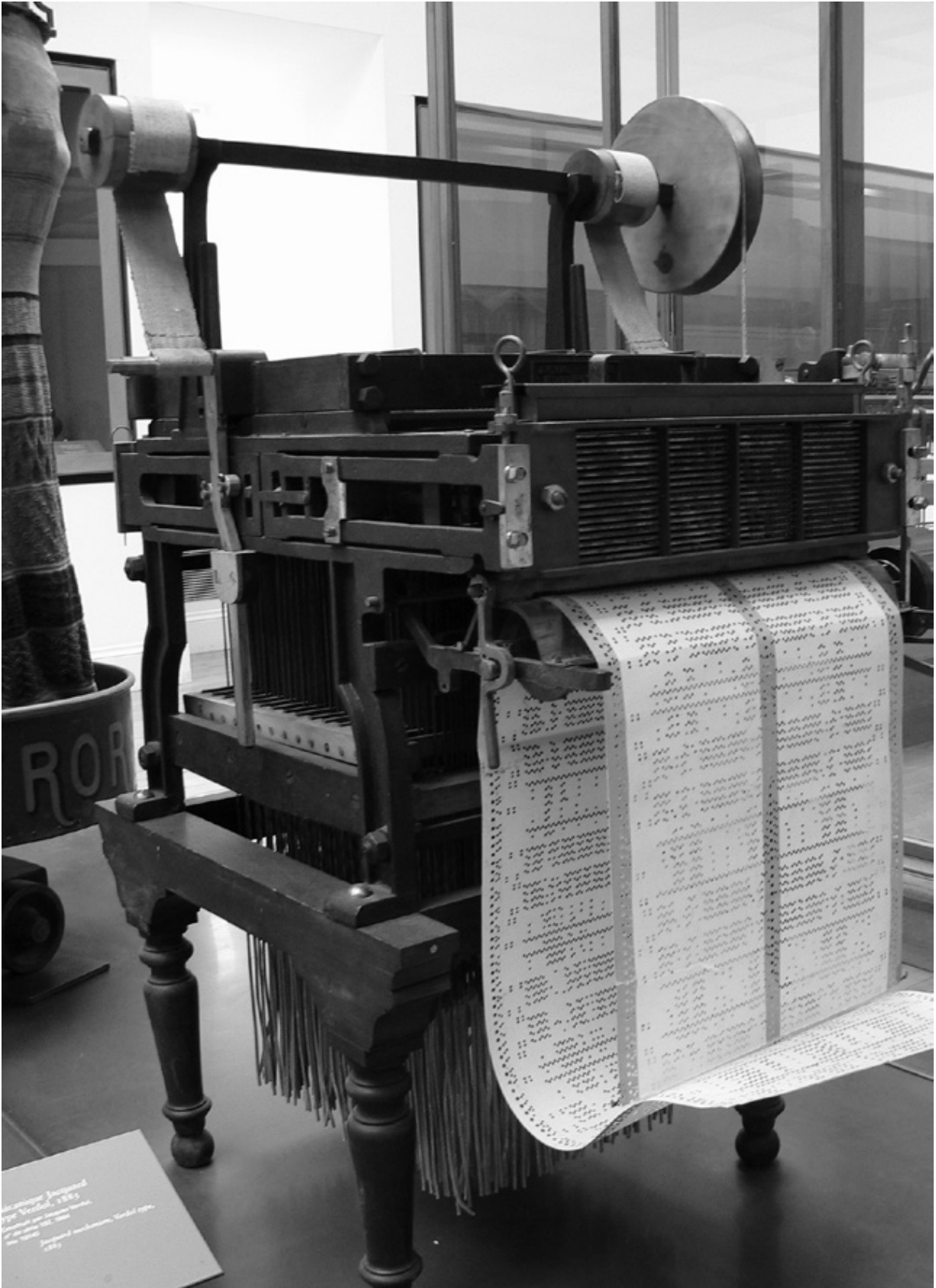
Jak działała maszyna Babbage'a? Posiadała szereg pionowych wałków z dyskami, którymi wybierało się pożądaną cyfrę. Dyski łączyły się z kołami zębatymi, które obracały się, dodając albo odejmując ustawioną cyfrę od cyfry na dysku na sąsiednim wałku. Urządzenie było nawet wyposażone w wałek do „zapamiętywania” wyników pośrednich. Najtrudniejsze z technicznego punktu widzenia były operacje przenoszenia i pożyczania, które wykonujemy na papierze, obliczając na przykład $36+19$ albo $42-17$. Kierując się pomysłami z urządzeń Pascala, Babbage wynalazł kilka genialnych rozwiązań, dzięki którym jego układ przekładni i wałków mógł wykonać wszystkie potrzebne obliczenia.



Replika maszyny różnicowej

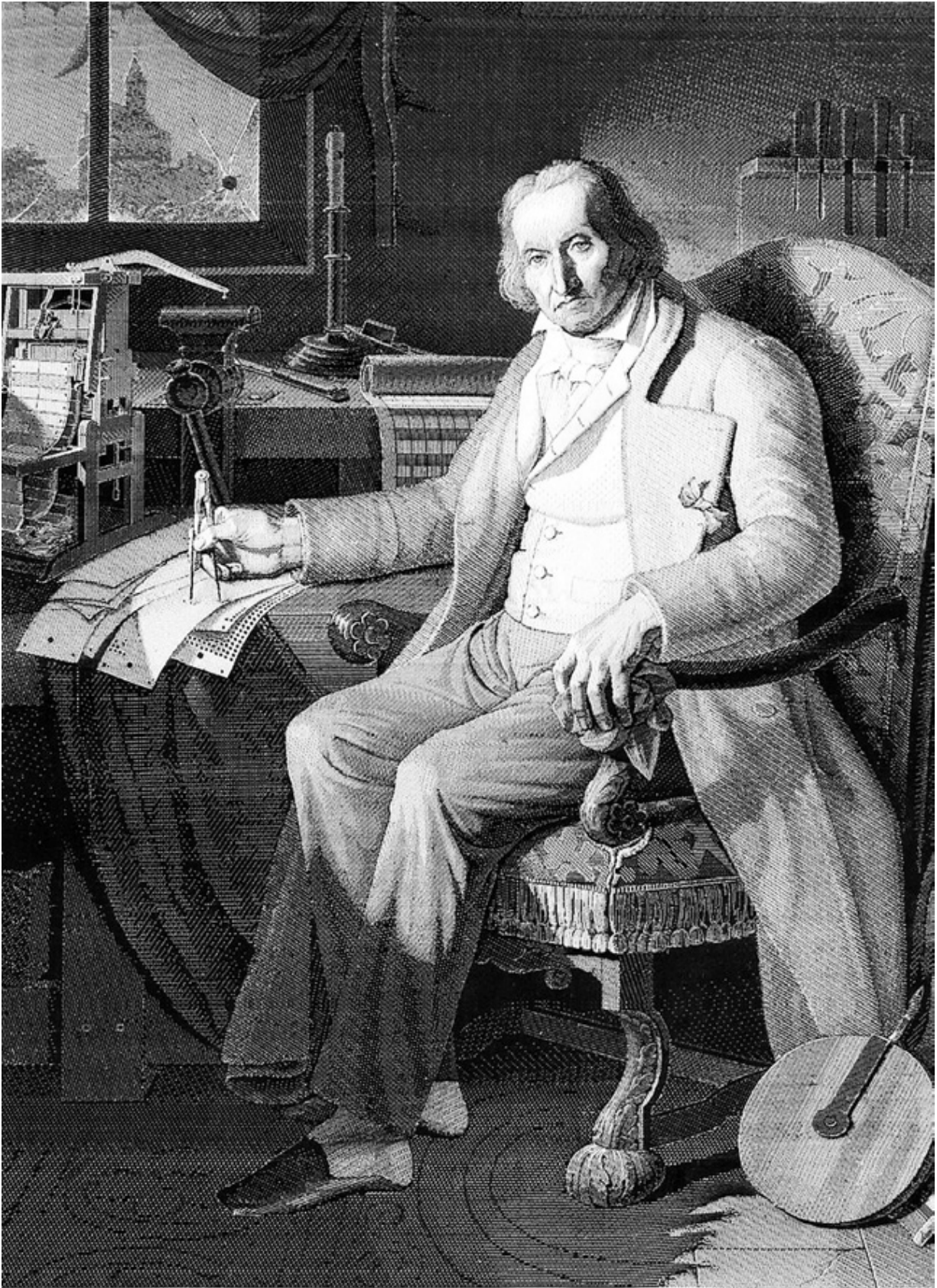


Replika maszyny analitycznej



Machine mounted
type Veritas, 1885
of the same type as the machine
seen in the photograph
1885
Machine mounted, Veritas type,
1885

Krosno Jacquarda (maszyna zakardowa)



Jedwabny portret Josepha Marie Jacquarda (1752–1834) utkany na maszynie żakardowej

Maszyna Babbage’a była prawdziwym cudem, przynajmniej na papierze. Babbage’owi udało się nawet wymyślić sposób, by przygotować za jej pomocą tablicę wszystkich liczb pierwszych mniejszych niż dziesięć milionów. Rząd brytyjski początkowo też był pod wrażeniem. W 1823 roku przekazał Babbage’owi tysiąc siedemset funtów na rozpoczęcie prac, a w sumie na przestrzeni dziesięciu lat, przez które Babbage usiłował zbudować swoje urządzenie, utopił w nim ponad siedemnaście tysięcy funtów, co stanowiło równowartość nieco ponad dwóch okrętów wojennych. Projekt Babbage’a napotkał niestety dwie zasadnicze przeszkody. Po pierwsze, Babbage’owi i zatrudnionemu przez niego inżynierowi brakowało umiejętności potrzebnych, by doprowadzić budowę do końca. Po drugie, Babbage zaczął marzyć o czymś nowym, jeszcze lepszym.

W 1834 roku w głowie Babbage’a zrodził się pomysł, by zbudować komputer ogólnego przeznaczenia, który mógłby wykonywać najróżniejsze operacje, w zależności od tego, jak zostanie zaprogramowany. Komputer taki miał mieć zdolność przełączania się między zadaniami – teoretycznie nawet samodzielnego, w oparciu o częściowe wyniki – czyli modyfikowania swojego „schematu działania”, jak określił to Babbage. Babbage ochrzcił proponowane urządzenie mianem „maszyny analitycznej”. Niestety, wpadł na ten pomysł sto lat za wcześnie.

Maszyna analityczna była tworem tego, co Ada Lovelace nazwała w swoim esej o wyobraźni „zdolnością scalania”. Babbage posłużył się tą samą sztuczką co wielu innych wspianiałych innowatorów, i połączył w całość szereg nowatorskich pomysłów z innych dziedzin. Przykładowo, pierwotnie chciał kontrolować obroty walców za pomocą metalowego bębna nabitego bolcami. Potem jednak zapoznał się, podobnie jak Ada, z krosnem mechanicznym, które zrewolucjonizowało branżę tekstylną, wynalezionym w 1801 roku przez Francuza Josepha Marie Jacquarda. Krosna wytwarzają tkaniny o określonych splotach, unosząc za pomocą

haczyków wybrane nici osnowy (wzdłużne) i przepuszczając przez powstały przesmyk nić wątku (poprzeczną). Jacquard wynalazł metodę sterowania tym procesem za pomocą dziurkowanych kart. Otwory określały, które z haczyków i członków uruchomią się podczas każdego cyklu, co pozwoliło zautomatyzować wytwarzanie misternych splotów. Każdemu przerzuceniu członka odpowiadała osobna karta.

30 czerwca 1836 roku Babbage wpisał do jednego ze swoich „bazgrolników”, w których notował różne przemyślenia, słowa, które później uznano za jeden z kamieni milowych w prehistorii komputerów: „Krosno Jacquarda jako potencjalny zamiennik bębnow sterujących”³⁰. Wykorzystując karty zamiast bębnow, Babbage mógł zapewnić swojemu urządzeniu możliwość przyjmowania nieskończonej liczby instrukcji. Co więcej, kalkulator taki pozwalałby użytkownikowi swobodnie manipulować sekwencją zadań, co też było krokiem w kierunku wszechstronnej, reprogramowalnej maszyny ogólnego przeznaczenia.

Babbage nabył portret Jacquarda i zaczął go pokazywać na swoich przyjęciach. Portret ów przedstawiał wybalazcę w fotelu, opierającego dłoń z cyrklem na pliku prostokątnych kart perforowanych. Na drugim planie widniało krosno. Babbage zabawiał gości, pytając, w jakiej technice ich zdaniem wykonano rzeczony obraz. Większość uważała, że jest to doskonałej jakości grawerunek. Dopiero po wysłuchaniu ich odpowiedzi wyjawiał, że w rzeczywistości jest to jedwabny gobelin misternie utkany z dwudziestu czterech tysięcy rzędów nici przy użyciu dwudziestu czterech tysięcy kart dziurkowanych. Kiedy książę Albert, mąż królowej Wiktorii, przybył na jedno z przyjęć Babbage’a, zapytał go, dlaczego tak bardzo podoba mu się ten gobelin. Babbage odparł: „Nadzwyczaj ułatwi mi wyjaśnianie natury mojego urządzenia liczącego, które nazwałem maszyną analityczną”³¹.

Mało kto jednak dostrzegł piękno pomysłu Babbage’a, a rząd brytyjski nie zamierzał sponsorować budowy kolejnej maszyny tego typu. Babbage robił wszystko, co mógł, by dotrzeć ze swoim pomysłem do ludzi, ale prawie niczego nie wskórał. Nie przebił się ani w prasie popularnej, ani

w czasopismach naukowych.

Udało mu się jednak znaleźć jedną osobę, która w niego uwierzyła. Ada Lovelace uważała maszynę obliczeniową ogólnego przeznaczenia za doskonały pomysł. Co więcej, dostrzegała, że urządzenie to potencjalnie mogłoby przetwarzać nie tylko liczby, ale wszelkie symbole, na przykład te stosowane w notacji muzycznej i w innych sztukach, i w związku z tym byłoby czymś naprawdę niesamowitym. Ada uważała maszynę Babbage'a za bardzo poetycką i chcąc, by dostrzegli to inni, postanowiła coś zrobić.

Zasypała więc Babbage'a listami o treści, która – zważywszy na to, że Ada była od niego dwadzieścia cztery lata młodsza – miejscami ocierała się o bezczelność. W jednym z nich opisała swoje rozważania na temat samotnika, gry rozgrywanej dwudziestoma sześcioma kulkami, której celem jest zbijanie kulek poprzez przeskakiwanie ich, jak w warcabach, aż na planszy zostanie tylko jedna. Samą grę opanowała w stopniu doskonałym, ale usiłowała wyprowadzić „wzór matematyczny [...] na którym opiera się rozgrywka i który można by zapisać językiem symbolicznym”. Na koniec dodała: „Czy mój wywód przerasta Pańską wyobraźnię? Nie wydaje mi się”³².

Celem Ady było nawiązać współpracę z Babbage'em, zostać kimś w rodzaju jego agentki i pomóc mu w zdobyciu wsparcia przy budowie maszyny analitycznej. „Bardzo mi zależy, żeby z Panem porozmawiać – pisała na początku 1841 roku. – Podpowiem o czym. Wydaje mi się prawdopodobne, że w przyszłości [...] być może będzie Pan chciał skorzystać z mojej głowy w służbie pewnych swoich celów bądź planów. Chcę więc, żeby Pan wiedział, że gdybym kiedykolwiek była godna albo zdolna przydać się Panu, moja głowa będzie do Pańskiej dyspozycji”³³.

Rok później nadarzyła się idealna okazja do współpracy.

Uwagi lady Lovelace

W nadziei, że pomoże mu to wywołać zainteresowanie maszyną

analityczną, Babbage przyjął zaproszenie Kongresu Naukowców Włoskich i wystąpił z wykładem w Turynie. Jedną z osób, które starannie ów wykład notowały, był młody inżynier wojskowy, kapitan Luigi Menabrea, późniejszy premier Włoch. W październiku 1842 Menabrea wydał przygotowany z pomocą Babbage’a szczegółowy opis maszyny w języku francuskim.

Jeden z przyjaciół Ady podsunął jej pomysł, by przełożyła dzieło Menabrei i opublikowała tłumaczenie w czasopiśmie naukowym „Scientific Memoirs”. Pozwoliłoby jej to przysłużyć się Babbage’owi i zademonstrować swój talent. Mając gotowy przekład w ręku, poinformowała Babbage’a, który się ucieszył, ale i nieco zdziwił. „Zapytałem, dlaczego – skoro dysponowała tak dogłębną wiedzą na ten temat – nie napisała własnego artykułu” – wyjaśniał potem Babbage³⁴. Okazało się, że nie przyszło jej to do głowy. W tamtych czasach raczej nie zdarzało się, by kobiety publikowały artykuły naukowe.

Babbage zasugerował Adzie, by wzbogaciła memuar Menabrei o swoje spostrzeżenia. Pomysł ten wywołał u niej nie lada entuzjazm. Ustęp *Uwagi od tłumacza*, który przygotowała, w ostatecznej wersji liczył 19 136 słów, czyli ponaddwukrotnie więcej niż pierwotny tekst. *Uwagi* Ady, podpisane „A.A.L.” (Augusta Ada Lovelace), zrobiły większe wrażenie niż sam artykuł, a ona sama stała się dzięki nim jedną z najlepiej rozpoznawalnych postaci w historii komputerów³⁵.

Ada spędziła lato 1843 roku, pracując nad *Uwagami* w swojej wiejskiej posiadłości w Surrey i bardzo aktywnie korespondując z Babbage’em. Jesienią wróciła do domu w Londynie, co pozwoliło jej spotykać się ze słynnym matematykiem twarzą w twarz. Dziś w kręgach akademickich toczy się niszowa, ale zawzięta i ważna z punktu historycznej roli kobiet debata w kwestii tego, które z nich było autorem większości pomysłów przedstawionych w *Uwagach* Ady. Babbage w swoich pamiętnikach przypisuje większość zasług Adzie: „Omówiliśmy różne ilustracje warte wprowadzenia do tekstu: wysunąłem kilka propozycji, ale za wybór odpowiadała wyłącznie ona. Spod jej ręki wyszła też większość wywodów

algebraicznych, poza – rzecz jasna – tym związanym z liczbami Bernoulliego; zaproponowałem, że przygotuję go sam, by oszczędzić lady Lovelace kłopotu. [Pierwszą jego wersję] odesłała mi z prośbą o wprowadzenie poprawek, zwróciwszy uwagę na poważny błąd, który popełniłem w toku obliczeń”³⁶.

Ada omówiła w swoich *Uwagach* cztery kwestie, które sto lat później, kiedy wreszcie powstał pierwszy komputer z prawdziwego zdarzenia, okazały się historycznie znaczące. Pierwszą z nich była koncepcja maszyny ogólnego przeznaczenia, czyli wykonującej nie jedno zadanie, do którego została stworzona, ale dającej się programować i przeprogramowywać do wykonywania zadań o nieograniczonej różnorodności. Ada, mówiąc krótko, wyobraziła sobie nowoczesny komputer. Koncepcja ta była głównym wątkiem *Uwagi A*, która podkreślała różnice pomiędzy wcześniejszą maszyną różnicową Babbage’a a jego proponowaną maszyną analityczną. „Maszyna różnicowa została skonstruowana w celu obliczania całki konkretnej funkcji: $\Delta^7 u^x = 0$ – wyjaśniła, tłumacząc w ten sposób, że przeznaczeniem maszyny było przygotowywanie tablic nawigacyjnych. – W przeciwieństwie do niej, maszyna analityczna nie jest przystosowana do obliczania wartości ledwie jednej funkcji, lecz do opracowywania i przeliczania funkcji zupełnie dowolnej”.

Babbage osiągnął to, jak pisała Ada, „poprzez wprowadzenie techniki opracowanej przez Jacquarda w celu sterowania za pośrednictwem kart dziurkowanych produkcją wzorzystych tkanin o niebywale skomplikowanych splotach”. Ada rozumiała, jak wielki był to przełom, nawet lepiej niż sam Babbage. Maszyna analityczna mogła w teorii być komputerem tego samego rodzaju, jaki dziś wydaje się nam oczywisty: przeznaczonym nie do wykonywania konkretnego zadania arytmetycznego, lecz do dowolnej pracy. Jak wyjaśniła:

Z chwilą pojawienia się pomysłu wykorzystania kart przekroczone zostały granice arytmetyki. Maszyna analityczna ma niewiele wspólnego ze zwykłymi „maszynami liczącymi”. Należy do zupełnie

odrębnej kategorii. Skutkiem umożliwienia mechanizmowi spajania uogólnionych symboli w ciągi o nieograniczonej różnorodności i długości dokonała się unifikacja świata operacji materialnych i abstrakcyjnych procesów myślowych³⁷.

Zdania te mają dość męczący styl, ale warto przeczytać je uważnie, bo opisują esencję dzisiejszych komputerów. Aby dodać swojej koncepcji wigoru, Ada posłużyła się poetyckimi ozdobnikami. „Maszyna analityczna tka algebraiczne wzory w ten sam sposób co krosno Jacquarda kwiaty i liście” – napisała. Babbage był zachwycony *Uwagą A* i nie wprowadził ani jednej zmiany. „Błagam, niech Pani nic nie zmienia” – napisał³⁸.

Drugi godny uwagi pomysł Ady stanowił logiczną kontynuację wątku maszyny ogólnego przeznaczenia. Ada zdawała sobie sprawę, że operacje takiego urządzenia nie muszą dotyczyć tylko matematyki i liczb. Czerpiąc z koncepcji De Morgana, który skonstruował na bazie algebry formalny system logiki, podkreśliła, że urządzenie pokroju maszyny analitycznej teoretycznie mogłoby wykonywać operacje przechowywania, manipulacji, przetwarzania i modyfikacji na wszystkim, co da się wyrazić symbolicznie: słowach, zdaniach logicznych, muzyce itd.

By wyjaśnić tę koncepcję, Ada najpierw starannie zdefiniowała pojęcie operacji komputerowej. „Byłoby wskazane, by wyjaśnić, że używając słowa »operacja«, mamy na myśli dowolny proces, który zmienia wzajemne zależności pomiędzy dwiema lub więcej rzeczami, przy czym zależności te mogą być zupełnie dowolnej natury”. Operacja komputerowa mogła więc zmienić zależność pomiędzy dowolnymi powiązаныmi logicznie symbolami. „Proces taki może oddziaływać na rzeczy niebędące liczbami tak długo, jak obiekty, o których mowa, łączą zasadnicze relacje dające się wyrazić abstrakcyjnym językiem operacji”. Maszyna analityczna mogła, teoretycznie, wykonywać operacje nawet na notacji muzycznej: „Zakładając na przykład, że fundamentalne relacje pomiędzy dźwiękami tonalnymi, którymi zajmują się badacze zjawiska harmonii i kompozytorzy muzyki, dałyby się wyrazić i obrabiać w języku maszyny, byłaby ona

zdolna komponować misterne, naukowe utwory muzyczne o dowolnym stopniu złożoności”. Dla Ady taki misterny, naukowy utwór skomponowany przez maszynę byłby ideałem „poetyckiej nauki”. Jej ojciec z kolei zapewne wzdrygnąłby się z obrzydzenia.

Możliwość, którą dostrzegła Ada, stanowi trzon rewolucji cyfrowej. Wszelkie treści, dane i informacje – od liczb, symboli i tekstu po muzykę, dźwięki i filmy – rzeczywiście można wyrazić w formie cyfrowej i przetwarzać za pomocą maszyn. Nawet Babbage dostrzegał to tylko częściowo i poświęcał większość uwagi liczbom. Ada tymczasem rozumiała, że cyfry na zębatkach urządzenia nie muszą wcale oznaczać wielkości matematycznych, co pozwoliło jej wyobrazić sobie maszyny, które zamiast być zwykłymi kalkulatorami, byłyby tym, co dziś nazywamy komputerami. Zdaniem Dorona Swade’a, historyka komputeryzacji specjalizującego się w maszynach Babbage’a, konceptualizacja komputera jest jednym z historycznie najważniejszych osiągnięć Ady. Jak mówi: „Jeśli przeczesać historię w poszukiwaniu tej zmiany w sposobie myślenia, okaże się, że jest ona jednoznacznie wyłuszczona w artykule Ady z 1843 roku”³⁹.

Trzecim wkładem Ady było szczegółowe rozpracowanie zasad projektowania tego, co dziś nazywamy algorytmami albo programami komputerowymi. Za przykład, który zamieściła w ostatniej z *Uwag*, oznaczonej literą G, posłużył jej program do obliczania liczb Bernoulliego^{vi} – wyjątkowo złożonego, nieskończonego ciągu, który pod różnymi postaciami odgrywa ważną rolę w teorii liczb.

Aby zademonstrować sposób, w jaki komputer Babbage’a miałby generować liczby Bernoulliego, Ada opisała wymaganą sekwencję operacji i przygotowała tabelę ilustrującą, jak zaprogramować maszynę do wykonania każdego kroku. Przy okazji przyczyniła się do rozwoju dwóch koncepcji: podprogramów (ciągów instrukcji służących konkretnym celom, jak obliczanie cosinusa albo procentu składanego, do których można się w każdej chwili odwołać z poziomu większego programu) i pętli rekurencyjnych (ciągów instrukcji, które samoczynnie się powtarzają)^{vii}. Wszystko to było możliwe dzięki sterowaniu kartami perforowanymi.

Obliczenie dowolnej liczby Bernoulliego wymagało użycia siedemdziesięciu pięciu kart, po czym, jak wyjaśniała Ada, proces nabierał charakteru iteracyjnego, bo każda nowa liczba stanowiła punkt wyjściowy do generacji kolejnej. „Użytkownik natychmiast dostrzeże, że te same siedemdziesiąt pięć kart można powtórzyć w celu skalkulowania każdej następnej liczby” – napisała. Ada widziała oczyma wyobraźni bibliotekę często używanych podprogramów, czyli coś, co sto lat później pomogły stworzyć jej intelektualne spadkobierczynie, Grace Hopper z Harvardu i Kay McNulty oraz Jean Jennings z Uniwersytetu Pensylwanii. Dodatkowo, dzięki możliwości przeskakiwania w przód i w tył po sekwencji instrukcji w oparciu o pośrednie wyniki, maszyna Babbage’a położyła podwaliny pod rozgałęzianie warunkowe, czyli technikę polegającą na wyborze ścieżki instrukcji na podstawie tego, czy zostaną spełnione konkretne warunki.

Babbage pomógł Adzie obliczyć liczby Bernoulliego, ale w jej listach do niego widać, że sama też z zapałem oddawała się tematowi. „Zawzięcie sprawdzam każdą możliwą metodę wyprowadzania liczb Bernoulliego – pisała w lipcu, ledwie kilka tygodni przed terminem, w którym tłumaczenie wraz z uwagami miało trafić do drukarni. – Bardzo mnie konsternuje, że wpędziłam się z tymi liczbami w takie bagno, iż niemożliwością jest, bym skończyła to dzisiaj. [...] Mam w głowie uroczy mętlik”⁴⁰.

Kiedy dysponowała już odpowiednim algorytmem, dodała coś niemal zupełnie od siebie: tablicę i diagram przedstawiające krok po kroku, jak wprowadzić go do komputera. Była to numerowana lista instrukcji opatrzonych komentarzem, opisująca między innymi rejestry docelowe i operacje. Innymi słowy, coś, co rozpoznałby na pierwszy rzut oka każdy dzisiejszy programista C++. „Pracowałam nieprzerwanie cały dzień, ze wspaniałym skutkiem – napisała Ada do Babbage’a. – Absolutnie zachwycisz się Tablicą i Diagramem. Zostały przygotowane z niebywałą starannością”. Z listów jasno wynika, że Ada przygotowała tablicę sama. Jedynej pomocy udzielił jej mąż, który co prawda nie rozumiał wykorzystanej matematyki, ale wiernie i cierpliwie nanosił tusz na to, co

Ada zdążyła napisać ołówkiem. „Lord L zechciał mi pomóc i właśnie poprawia to tuszem – pisała do Babbage’a. – Nie miałam siły robić tego inaczej jak ołówkiem”⁴¹.

To głównie za ten diagram, który towarzyszył opisowi złożonego procesu generacji liczb Bernoulliego, miłośnicy Ady przypisują jej miano „pierwszego na świecie programisty komputerowego”. Jest to lekka przesada. Do czasu, kiedy pojawił się artykuł Ady, Babbage zdążył wymyślić ponad dwadzieścia procesów, które mogłaby wykonać jego maszyna. Żaden z jego pomysłów nie ukazał się jednak drukiem, a z racji tego, że były czysto teoretyczne, próżno szukać w nich wyjaśnień, jakie konkretnie ciągi operacji Babbage miał na myśli. Należałoby więc powiedzieć, że algorytm do obliczania liczb Bernoulliego w połączeniu ze szczegółowymi wytycznymi, jak wykonać go na maszynie, był pierwszym opublikowanym programem komputerowym. A inicjały, którymi był podpisany, należały do Ady Lovelace.

Ada poruszyła w swoich *Uwagach* jeszcze jedną znaczącą kwestię. Nawiązała za jej pośrednictwem do historii o Frankensteinie, którą Mary Shelley pochwaliła się podczas owego pamiętnego weekendu opowiadań grozy z Byronem. Chodzi o pytanie, które do dziś stanowi jeden z najbardziej fascynujących metafizycznych tematów związanych z komputerami. Czy maszyny potrafią myśleć? Czy sztuczna inteligencja jest możliwa?

Ada była zdania, że nie. Twierdziła, że maszyna taka jak Babbage’a była zdolna wykonywać zadane instrukcje, ale wpadać na własne pomysły albo działać w samodzielnie określonym celu już nie. „Maszyna analityczna nie ma jakichkolwiek aspiracji twórczych – napisała w *Uwagach*. – Może robić to, co umiemy jej nakazać. Potrafi działać na podstawie relacji i prawd płynących z analizy, jednak nie jest zdolna ich przewidzieć”. Sto lat później jeden z pionierów komputeryzacji, Alan Turing, ochrzcił ten pogląd „zarzutem lady Lovelace” (zob. rozdział 3).

Adzie zależało, by jej dzieło uznano za poważną pracę naukową, a nie

wyraz publicznego poparcia dla Babbage'a, dlatego już we wstępie do *Uwag* zawarła oświadczenie, że nie zamierza „dzielić się opinią” na temat niechęci rządu do dalszego finansowania prac jej mentora. Babbage'owi nie spodobało się to. Własnoręcznie napisał antyrządową tyradę i zażądał od Ady, by dołączyła ją do *Uwag*, nie podpisując jej swoim nazwiskiem, co miało sugerować, że jest to jej opinia. Ada odmówiła. Nie chciała narażać swojej reputacji.

Babbage, nie informując Ady, wysłał więc swój załącznik bezpośrednio do wydawców „Scientific Memoirs”. Redaktorzy uznali, że powinien się on ukazać jako osobny artykuł, a Babbage'owi zasugerowali, by postąpił „po męsku” i podpisał się pod nim. Babbage potrafił być czarujący, kiedy mu zależało, ale jak większość innowatorów bywał też zgryźliwy, krnąbrny i uparty jak osioł. Rozsierdzony odpowiedzią redakcji napisał do Ady, iż życzy sobie, by wycofała swoją pracę. Na to z kolei ona wpadła w furję. Odpisała, posługując się formą grzecznościową zarezerwowaną zwykle dla dobrych znajomych płci męskiej: „Babbage, mój drogi, odstąpienie od publikacji tłumaczenia i *Uwag* teraz byłoby hańbiące i niemożliwe do usprawiedliwienia”. Na koniec dodała: „Zapewniam, że wciąż darzę Cię przyjaźnią, ale nie mogę i nigdy nie będę wspierać Cię w działaniach powodowanych poglądami, które moim zdaniem są nie tylko błędne, ale wręcz samobójcze”⁴².

Babbage w końcu się poddał i przystał na publikację swojego artykułu osobno, w innym czasopiśmie. Tego samego dnia Ada pożaliła się matce:

Znosiłam od pewnego czasu zupełnie niezrozumiałe i niepokojące prześladowania ze strony pana Babbage'a [...] Przykro mi, ale doszłam do wniosku, że jest on jedną z najbardziej nieznośnych, egoistycznych i pozbawionych samokontroli osób, z jakimi miałam do czynienia. [...] Oznajmiłam mu niezwłocznie, że żadną siłą nie przekona mnie, bym wspierała go w kłótniach, które prowadzi, ani bym reprezentowała go w jakiegokolwiek sprawie. [...] Był wściekły. Ja zaś równie mocno niewzruszona⁴³.

Kulminacją dysputy z Babbage'em był napisany w przypływie furii kuriozalny szesnastostronicowy list, barwnie ukazujący wszystkie wahania nastroju, urojenia i pasje, które targały jego autorką. Ada to uwodzi i chwali, to gromi i poniża Babbage'a. W jednym miejscu kontrastuje swoje i jego źródło motywacji, pisząc: „Moją główną zasadą, której kategorycznie się trzymam, jest stawiać prawdę i Boga ponad sławę i splendor. Twoją jest kochać prawdę i Boga, ale nie tak bardzo jak sławę, splendor i zaszczyty”. W innym akapicie deklaruje, że choć właściwie jest na sławę skazana, to oczekuje, iż będzie ona wzniosłej natury: „Pragnę przyłożyć się z moimi talentami do zgłębiania i interpretowania dzieła i praw Wszechmogącego [...] uznałabym za nie lada zaszczyt, gdyby udało mi się stać jednym z jego najznamienitszych proroków”⁴⁴.

Zaprezentowawszy swoje poglądy, Ada zaproponowała Babbage'owi, by zostali współnikami w interesach i polityce. Jej plan zakładał, że wykorzysta znajomości i umiejętność przekonującego pisanie, by pomóc mu zbudować maszynę analityczną – w zamian za całkowitą kontrolę nad jego decyzjami w interesach. „Daję Ci pierwszeństwo skorzystania z moich usług i intelektu – napisała. – Nie odrzucaj tej oferty lekką ręką”. Ta część listu brzmi trochę jak lista warunków podstawowych firmy venture capital albo intercyza. „Zobowiąziesz się w pełni polegać na mojej ocenie (albo ocenie osób, które zechcesz teraz wskazać jako rozjemców na wypadek, gdybyśmy nie mogli dojść do porozumienia) we wszelkich sprawach natury praktycznej” – oświadczyła. W zamian obiecywała, że „w ciągu roku, może dwóch” przedstawi „konkretne, uczciwe propozycje” od ludzi zainteresowanych budową maszyny⁴⁵.

List ten byłby czymś zaskakującym, gdyby nie to, że bardzo przypomina wiele wcześniejszych napisanych przez Adę. Stanowi dobry przykład tego, że czasami ulegała swoim wybujałym ambicjom. Mimo to Ada zasługuje na szacunek jako osoba, która wzniosła się ponad oczekiwania wynikające z jej pochodzenia i płci, stawiała czoła rujnującemu rodzinę szaleństwu i oddała się sumiennej pracy nad złożonymi zagadnieniami matematycznymi, które zniechęciłyby bądź okazały się niemożliwe do

przeprowadzenia dla większości z nas. (Już liczby Bernoulliego to dla wielu bariera nie do pokonania). Co więcej, Ada dokonała swoich imponujących wyczynów matematycznych i twórczych spostrzeżeń akurat w okresie przejść z Medorą Leigh i nękana chorobą, przez którą nabawiła się uzależnienia od opiatów i jeszcze silniejszych wahań nastroju. Jak wyjaśniła w zakończeniu listu do Babbage'a: „Gdybyś wiedział, mój drogi przyjacielu, jakich doświadczyłam smutków i okropieństw, o których naturalną kolejną rzeczy nie masz pojęcia, przyznałbyś, iż moim uczuciom należy się tu pewne zrozumienie”. Na koniec, po krótkiej dygresji w celu omówienia drobnej kwestii związanej ze stosowaniem metody różnic skończonych do obliczania liczb Bernoulliego, Ada przeprosiła, że „list jest niestety pomazany”, i nieco żałośnie zapytała: „Ciekawi mnie, czy zdecydujesz się nadal korzystać z usług swojej szalonej czarodziejki”⁴⁶.

Ada była przekonana, że Babbage przyjmie propozycję prowadzenia wspólnego przedsięwzięcia. „On jest doskonale świadom, co zyskuje, mając do dyspozycji moje pióro, zakładam więc, że się ugnie. Postawiłam jednak bardzo twarde warunki – pisała do matki. – Jeśli zgodzi się na to, co proponuję, będę miała dość władzy, by utrudnić mu ściąganie sobie problemów na głowę i doprowadzić do końca projekt maszyny”⁴⁷. Babbage uznał jednak, że rozsądniej będzie odmówić. Udał się z wizytą do Ady i „nie zgodził się na żaden z warunków”⁴⁸. Choć zakończyło to ich współpracę na gruncie naukowym, pozostali dobrymi znajomymi. Tydzień później lady Lovelace napisała do matki: „Wydaje mi się, że przyjaźnimy się teraz bardziej niż kiedykolwiek”⁴⁹. Babbage z kolei przysłał jej miły list, w którym nazwał ją „Zaklinaczką Liczb” i „moją drogą i wielce szanowaną Tłumaczką” oraz zgodził się w następnym miesiącu przyjechać z wizytą do jej wiejskiej posiadłości.

W miesiącu tym, wrześniu 1843 roku, przekład z komentarzem Ady nareszcie ukazał się w „Scientific Memoirs”. Przez pewien czas Ada napawała się uznaniem znajomych i nadzieją, że podobnie jak jej mentorka, Mary Somerville, zostanie potraktowana poważnie w kręgach naukowych i literackich. Publikacja artykułu sprawiła, że nareszcie poczuła się „jak

osoba pracująca zawodowo”. Do swojego prawnika napisała: „Naprawdę jestem teraz równie związana z konkretnym zawodem co Pan”⁵⁰.

Radość nie trwała długo. Babbage nie dostał więcej pieniędzy na swoje maszyny i zmarł prawie bez grosza, nie zbudowawszy żadnej z nich. Jeśli zaś chodzi o lady Lovelace, to nie tylko nigdy nie wydała kolejnej pracy naukowej, ale ogólnie rzecz biorąc – wiodło się jej coraz gorzej. Uzależniła się od hazardu i opiatów, a do tego wdała się w romans ze swoim partnerem do gier hazardowych, który ją zaszantażował i zmusił do sprzedaży klejnotów rodzinnych. Ostatni rok życia spędziła, walcząc z niebywale bolesnym rakiem macicy, któremu towarzyszyło nieustanne krwawienie. Zmarła w 1852 roku i zgodnie z jednym z ostatnich życzeń została pochowana na wsi obok ojca poety, którego nigdy nie знаła. Tak jak on dożyła trzydziestu sześciu lat.

U podstaw rewolucji przemysłowej leżały dwie wspaniałe koncepcje, obie genialne w swojej prostocie. Najpierw innowatorzy wymyślili, jak uprościć złożone przedsięwzięcia, rozkładając je na prostsze zadania, które można było przenieść na linie produkcyjne. Następnie, w pierwszej kolejności w przemyśle włókienniczym, wynalazcy zaczęli się zastanawiać, jak zmechanizować wykonywanie tych prostych zadań i powierzyć je urządzeniom, w większości napędzanym parą. Babbage z kolei, czerpiąc z pomysłów Pascala i Leibniza, poszukiwał sposobu, by zaadaptować dobrodziejstwa rewolucji przemysłowej do „produkcji obliczeń”. W rezultacie stworzył mechanicznego przodka dzisiejszych komputerów. Jego największym osiągnięciem intelektualnym było zdanie sobie sprawy, że taka maszyna nie musiała wykonywać konkretnego procesu, bo można było skonstruować ją tak, by dawała się dowolnie programować za pomocą kart perforowanych. Ada dostrzegła piękno i znaczenie tej urzekającej koncepcji, a nawet poszła o krok dalej i opisała jeszcze bardziej fascynującą możliwość: maszyna, którą wyobraził sobie Babbage, mogłaby przetwarzać nie tylko liczby, ale wszystko, co dało się wyrazić za pomocą symboli.

Adę od wielu lat celebruje się jako ikonę feminizmu i pionierkę

informatyki. Departament Obrony Stanów Zjednoczonych na przykład jej imieniem nazwał swój obiektowy język programowania wysokiego poziomu. Są jednak również tacy, którzy z niej drwią, twierdząc, że była roztrzepana, żyła urojeniami i co najwyżej nieznacznie tylko pomogła Babbage'owi w pisaniu artykułu podpisanego jej inicjałami. W *Uwagach* w odniesieniu do maszyny analitycznej napisała coś, co równie dobrze można odnieść do jej różnie ocenianej reputacji: „Podejmując dowolny nowy temat, ma się często początkowo skłonność, by przeceniać to, co już wcześniej uważało się za interesujące bądź niezwykle, a jednocześnie, na skutek niejako naturalnego odruchu, nie doceniać faktycznego stanu rzeczy”.

W rzeczywistości wkład Ady w koncepcję komputerów i programowania był doniosły i inspirujący. Wyraźniej niż Babbage czy ktokolwiek inny z żyjących w jej czasach dostrzegła przyszłość, w której maszyny staną się partnerami ludzkiej wyobraźni i będą przy jej udziale prząść tkaniny tak piękne jak te z krosna Jacquarda. Jej zachwyty „poetycką nauką” zaowocował fascynacją projektem maszyny liczącej, odrzuconej przez ówczesny akademicki establishment, i zwróceniem uwagi, że moc obliczeniowa takiego urządzenia może być zastosowana do przetwarzania dowolnej formy informacji. W ten oto sposób Ada, hrabina Lovelace, pomogła zasiać ziarna ery cyfrowej, której rozkwit miał miejsce sto lat później.

[i](#) Cytat za: George Byron, *Wędrowki Childe-Harolda. Poemat Byrona*, G. Gebethner, Kraków 1896, tłum. Aleksander Krajewski – przyp. tłum.

[ii](#) To w recenzji tej książki, chcąc wskazać na więź pomiędzy dyscyplinami nauki, jeden z przyjaciół Babbage'a, William Whewell, po raz pierwszy użył terminu „naukowiec”.

[iii](#) Homer, *Iliada*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1999, tłum. Kazimiera Jeżewska – przyp. tłum.

[iv](#) George Byron, *Gdy stąpa, piękna*, w: *Miłość jest wszystkim, co istnieje*, a5, Poznań 2000, tłum. Stanisław Barańczak – przyp. tłum.

[v](#) Dokładnie mówiąc, chciał posłużyć się metodą różnic dzielonych do obliczania z dużym przybliżeniem funkcji logarytmicznych i trygonometrycznych.

[vi](#) Liczby te, nazwane na cześć siedemnastowiecznego szwajcarskiego matematyka, Jakoba Bernoulliego, który zajmował się sumami potęg kolejnych liczb całkowitych, odgrywają ciekawą rolę w teorii liczb, analizie matematycznej i topologii różniczkowej.

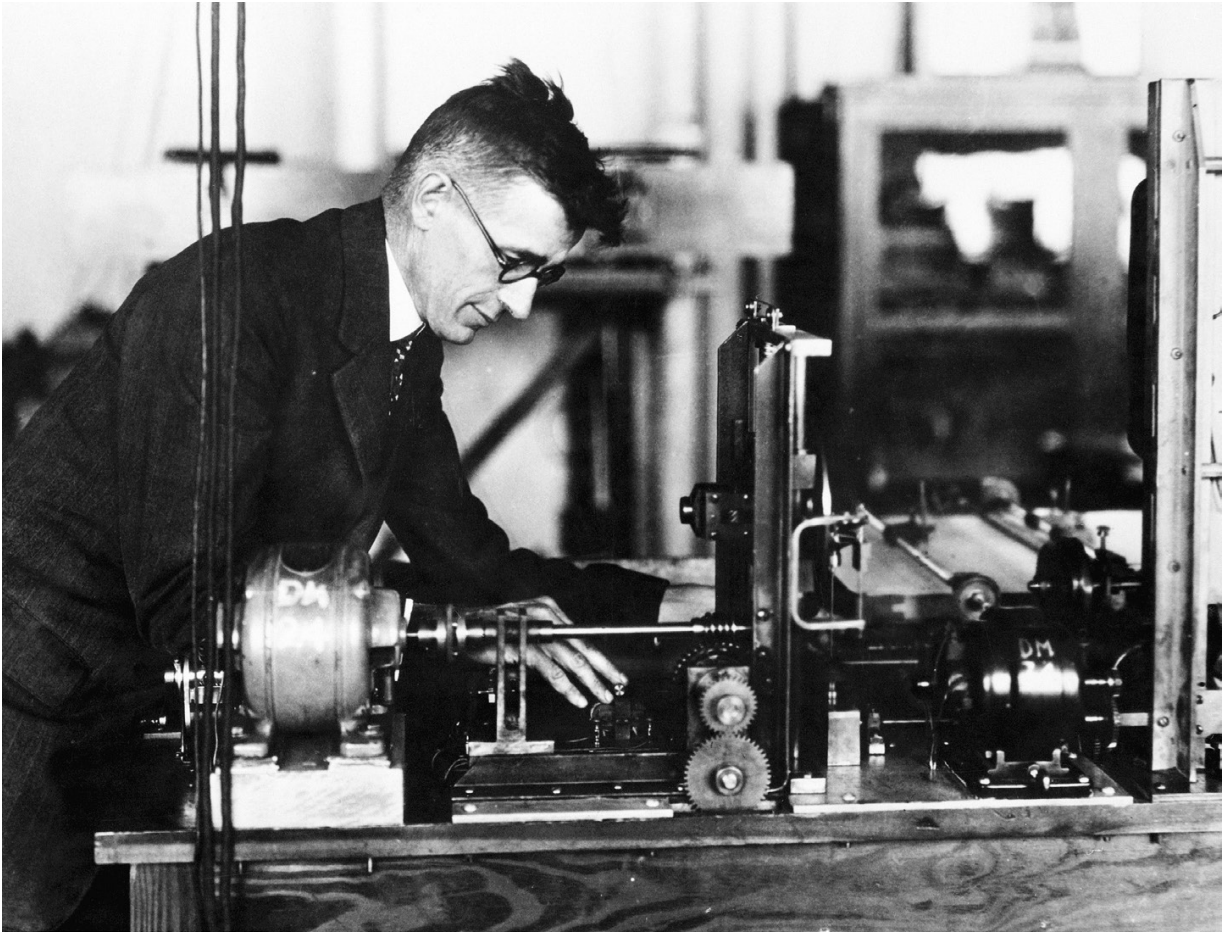
[vii](#) W przykładzie Ady kalkulacje na wielomianach za pomocą metod różnicowych wykonywał podprogram, co wymagało wielopoziomowej struktury z zagnieżdżoną pętlą o zmiennej liczbie powtórzeń.

Rozdział 2

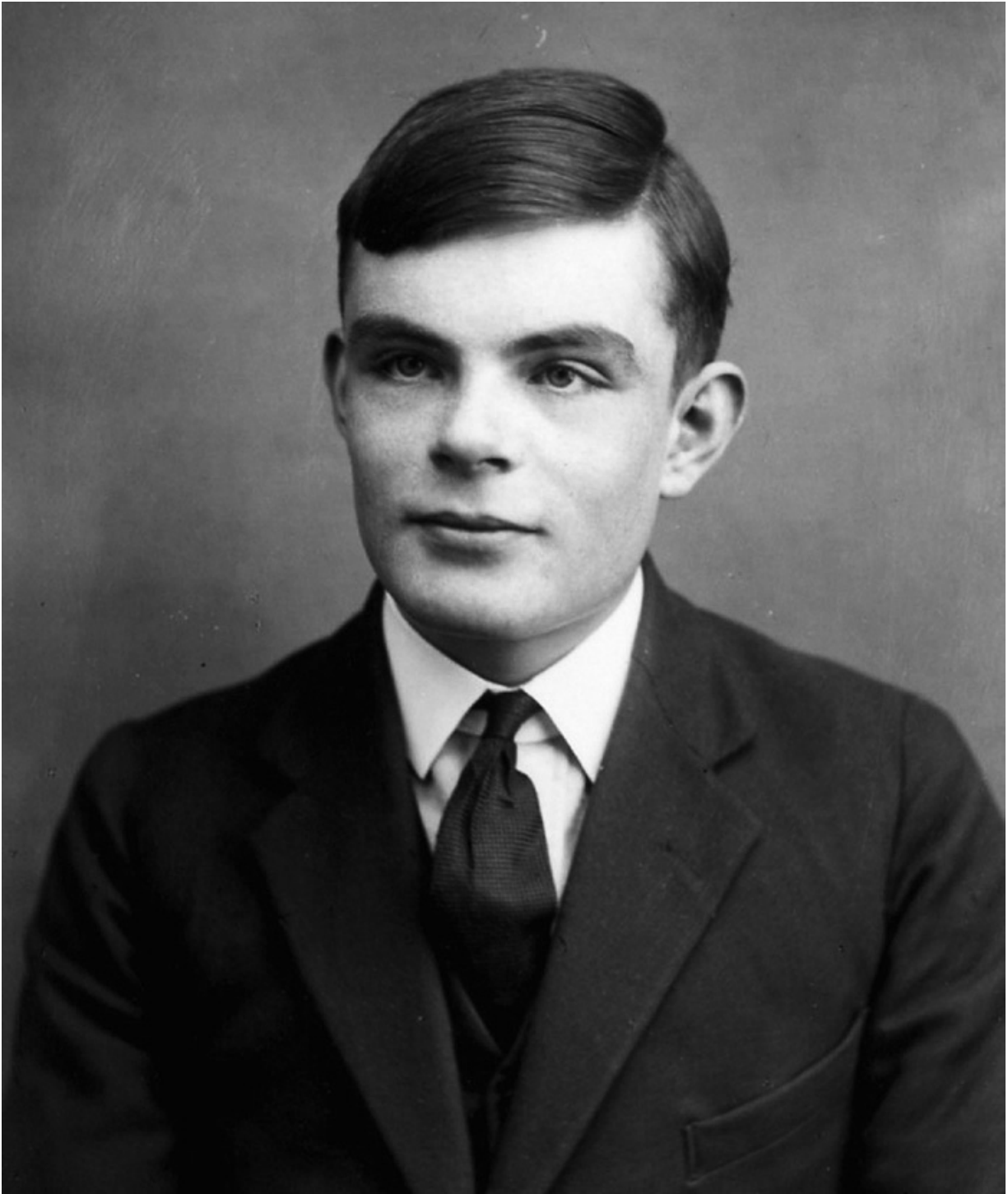
Komputer

Niektóre przełomy są kwestią zbiegu okoliczności: pojawienia się innowacyjnego pomysłu równoległe z technologią potrzebną do jego realizacji. Nie szukając daleko, prezydent Kennedy zaproponował, by wysłać człowieka na Księżyc akurat wtedy, gdy rozwój układów scalonych osiągnął etap pozwalający umieścić w dziobie rakiety komputerowy system sterowania. Czasami jednak pomysły trafiają na jałowy grunt. Charles Babbage już w 1837 roku opublikował artykuł opisujący zaawansowany komputer, ale musiało minąć sto lat, zanim ludzkość dokonała dziesiątków skoków technologicznych potrzebnych, by go zbudować.

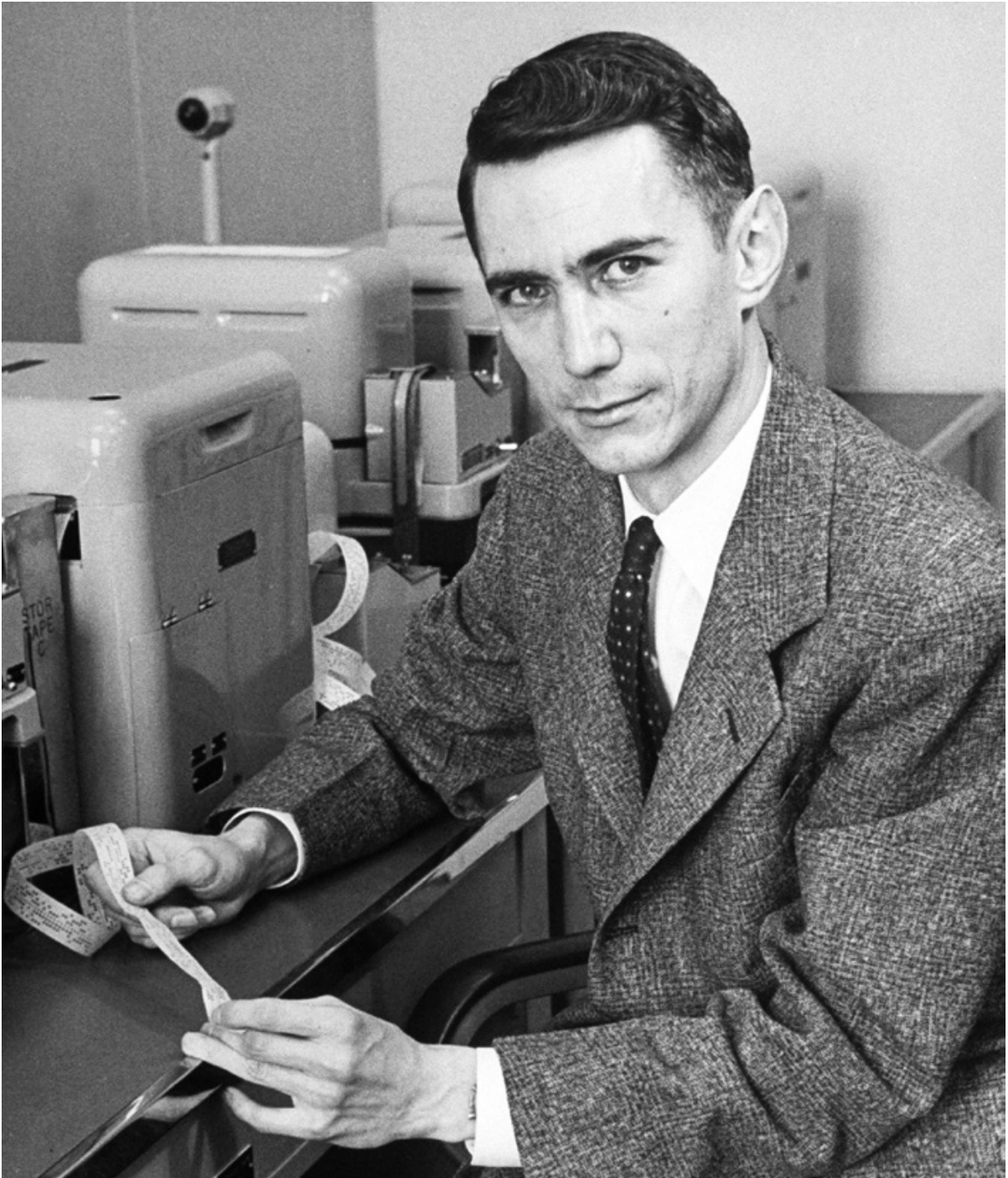
Dziś niektóre z nich mogą wydawać się trywialne, ale warto pamiętać, że rozwój nie przebiega wyłącznie drogą rewolucji. Równie ważne są setki małych kroków. Takich na przykład jak udoskonalenie kart perforowanych – tych samych, które Babbage podpatrzył w krośnie Jacquarda i chciał wykorzystać w swojej maszynie analitycznej. Przełom w kartach zaszedł dopiero, kiedy niejaki Herman Hollerith, pracownik United States Census Bureau (Biura do spraw Spisu Ludności Stanów Zjednoczonych), uznał za żenujące, że ręczna tabelaryzacja danych ze spisu powszechnego wykonanego w 1880 roku zajęła osiem lat, i postanowił sprawić, że wyniki spisu zaplanowanego na 1890 rok zostaną zliczone automatycznie.



Vannevar Bush (1890–1974) w MIT przy swoim analizatorze różniczkowym



Alan Turing (1912–1954) w Sherborne School; zdjęcie z 1928 roku



Claude Shannon (1916–2001) w 1951 roku

Wzorując się na technice stosowanej przez konduktorów kolejowych, którzy odnotowywali cechy charakterystyczne pasażera (płeć, wzrost, wiek, kolor włosów), dziurkując bilet w ustalonych miejscach, Hollerith opracował karty perforowane o dwunastu wierszach i dwudziestu czterech

kolumnach, które umożliwiały rejestrację najważniejszych informacji o każdej osobie objętej spisem. Karty takie wsuwało się następnie do czytnika złożonego z matrycy łączników rtęciowych i sprężynowych styków, które zamykały obwód elektryczny tam, gdzie znajdowały się otwory. Maszyna licząco-analityczna Holleritha mogła nie tylko sumować wyniki w poszczególnych kategoriach, ale i podawać liczbę osób należących do kilku kategorii jednocześnie, na przykład żonatych mężczyzn albo kobiet urodzonych poza granicami kraju. Pozwoliło to podsumować spis powszechny z 1890 roku w sześć lat zamiast ośmiu. Był to pierwszy raz, kiedy do przetwarzania informacji wykorzystano obwody elektryczne. Hollerith założył następnie firmę, która po szeregu fuzji i przejęć w 1924 roku przyjęła nazwę International Business Machines Corporation, w skrócie IBM.

Innowację można więc postrzegać jako nagromadzenie setek drobnych usprawnień – na przykład czytników kart i maszyn zliczających. Spojrzenie to faworyzują firmy takie jak IBM, których specjalnością jest zarządzanie zespołami inżynierów dokonujących nieznaczących postępów każdego dnia. W pewnym sensie przedsiębiorstwa te mają rację, bo wiele najważniejszych technologii naszej epoki jest wynikiem wykorzystania niezliczonych drobnych innowacji w kontekście kilku przełomowych pomysłów. Dobrym przykładem są choćby techniki wydobywania gazu ziemnego z łupków, które doskonalimy od sześćdziesięciu lat.

Również w wypadku komputerów znaczną rolę odegrały stopniowe usprawnienia autorstwa szarych inżynierów IBM-u i innych firm. To jednak nie wystarczyło. Maszyny produkowane przez IBM na początku XX wieku co prawda potrafiły przetwarzać dane, ale miały niewiele wspólnego z urządzeniem, które dziś nazywamy komputerem. Nie były nawet szczególnie sprawnymi kalkulatorami. W zasadzie ledwie sobie radziły. Tak więc poza setkami drobnych zmian narodziny komputera wymagały kilku owoców geniuszu zrodzonych w umysłach twórczych wizjonerów.

Cyfrowe wygrywa z analogowym

Maszyny Holleritha i Babbage'a były cyfrowe, co oznaczało, że prowadziły obliczenia na liczbach całkowitych takich jak 0, 1, 2, 3. Dodawanie i odejmowanie odbywało się za pośrednictwem tykających kół zębatach, odliczających cyfrę za cyfrą. Można było jednak podejść do rachowania od innej strony i zbudować urządzenie naśladowujące czy odwzorowujące wybrane zjawisko fizyczne, a następnie obliczać potrzebne wartości poprzez pomiar parametrów takiego modelu. Urządzenia tego rodzaju, jako że działały w oparciu o analogię, nazwano komputerami analogowymi. Zamiast wykonywać obliczenia na liczbach, komputery analogowe posiłkują się funkcjami ciągłymi; pewna zmienna wartość, na przykład napięcie elektryczne, pozycja liny na krążku, ciśnienie hydrauliczne albo pomiar odległości służy za odpowiednik określonej wielkości w rozwiązywanym problemie. Suwak logarytmiczny albo zegar z płynnie poruszającymi się wskazówkami są urządzeniami analogowymi, abakus zaś lub zegar wyświetlający godziny w postaci liczb to urządzenia cyfrowe.

Mniej więcej w tym samym czasie, w którym Hollerith budował cyfrową maszynę licząco-analityczną, dwójka znamienitych brytyjskich naukowców, lord Kelvinⁱ i jego brat James Thomson, pracowali nad kalkulatorem analogowym. Zaprojektowali go z myślą o rozwiązywaniu równań różniczkowych – żmudnej pracy, której wymagało na przykład przygotowywanie tablic pływów albo tabel strzelniczych dla artylerii (służących do ustalania kąta, pod jakim należy prowadzić ogień). W latach siedemdziesiątych XIX wieku Thomsonowie wymyślili system bazujący na planimetrze, czyli przyrządzie do mierzenia powierzchni dwuwymiarowej figury. Figura taka mogła być na przykład wyznaczona przez nakreśloną na kartce papieru krzywą. Wodząc końcówką ramienia planimetru wzdłuż takiej krzywej, wprowadzało się w powolny ruch kulkę, która przemieszczała się po powierzchni obrotowego dysku. Ponieważ planimetr obliczał powierzchnię ograniczoną krzywą, w praktyce rozwiązywał równania przez całkowanie. Kelvinowi i jego bratu udało się z użyciem tej metody

stworzyć „syntezator harmoniczny”, który potrafił wygenerować roczną tablicę pływów w cztery godziny. Polegli jednak na wyzwaniu konstrukcyjnym, którym było połączenie wielu takich urządzeń w maszynę zdolną rozwiązywać równania z dużą liczbą zmiennych.

Wyzwaniu zespolenia szeregu integratorów (układów całkujących) sprostał dopiero w 1931 roku profesor inżynierii z Massachusetts Institute of Technology (MIT), Vannevar Bush, którego nazwisko warto zapamiętać, bo jest jedną z najważniejszych postaci w tej książce. Bush zbudował pierwszy na świecie analogowy komputer elektromechaniczny, który nazwał analizatorem różniczkowym. Składał się on z sześciu kulkowo-dyskowych układów całkujących, dość podobnych do tych w maszynie Kelvina, połączonych układem kół zębatach, krążków linowych i wałów napędzanych przez silniki elektryczne. Bushowi zadanie bardzo ułatwiła jego praca w MIT – obracał się dzięki niej w środowisku ludzi umiających budować i kalibrować złożone mechanizmy. Ostateczna wersja urządzenia (rozmiarów niedużej sypialni) mogła rozwiązywać równania z osiemnastoma niezależnymi zmiennymi. Na przestrzeni kolejnych dziesięciu lat repliki analizatora różnicowego uruchomiono na poligonie doświadczalnym US Army w Aberdeen w stanie Maryland, w Moore School of Electrical Engineering na Uniwersytecie Pensylwanii oraz na uniwersytetach w Manchesterze i Cambridge w Wielkiej Brytanii. Okazały się szczególnie przydatne do masowej produkcji tabel strzelniczych dla artylerii i stanowiły źródło inspiracji dla nowego pokolenia pionierów komputeryzacji.

Mimo zalet maszyna Busha nie odegrała większej roli w rozwoju komputerów, bo nie była urządzeniem cyfrowym. W gruncie rzeczy okazała się ostatnim tchnieniem komputerów analogowych na wiele dziesiątków lat.

Krótko po tym, jak Bush zbudował swój analizator, zaczęły pojawiać się nowe pomysły, technologie i teorie. Cudownym czasem dla komputerów okazał się rok 1937 (było to dokładnie sto lat po pierwszej publikacji Babbage’a na temat jego maszyny analitycznej), który zaowocował

triumfem czterech w pewnym sensie związanych ze sobą właściwości, na których bazuje cała dzisiejsza informatyka. Nowoczesne komputery są:

Cyfrowe. Fundamentalną cechą rewolucji komputerowej było to, że bazowała na technice cyfrowej, a nie analogowej. Jak niedługo zobaczymy, równoległe postępy w dziedzinie logiki oraz w konstrukcji podzespołów takich jak układy scalone i elektroniczne przełączniki sprawiły, że podejście cyfrowe okazało się bardziej owocne. Pierwsze poważne próby wskrzeszenia komputerów analogowych informatycy podjęli dopiero w drugim dziesięcioleciu XXI wieku, prowadząc badania nad urządzeniami zdolnymi naśladować ludzki mózg.

Binarne. Poza tym, że są urządzeniami cyfrowymi, nowoczesne komputery operują w systemie binarnym – inaczej dwójkowym – który zamiast wszystkich dziesięciu cyfr używanego przez nas na co dzień systemu dziesiętnego wykorzystuje do obliczeń tylko dwie: zero i jedynkę. System binarny, jak wiele ważnych koncepcji matematycznych, został po raz pierwszy wyczerpująco opisany przez Leibniza pod koniec XVII wieku. W latach czterdziestych XX wieku zaczęło zaś wychodzić na jaw, że lepiej niż inne systemy liczbowe, w tym dziesiętny, nadaje się do przeprowadzania operacji logicznych za pomocą układów złożonych z przełączników posiadających dwa możliwe stany: włączony i wyłączony.

Elektroniczne. W połowie lat trzydziestych XX wieku brytyjski inżynier Tommy Flowers po raz pierwszy zastosował lampy elektronowe w roli przełączników w układzie elektronicznym. Wcześniej polegano na przełącznikach mechanicznych i elektromechanicznych, takich jak klekoczące przekaźniki elektromagnetyczne wykorzystywane przez firmy telefoniczne, natomiast lamp używano głównie jako wzmacniaczy sygnału. Dzięki wykorzystaniu podzespołów elektronicznych, początkowo lamp, a później tranzystorów i układów scalonych, komputery zaczęły działać tysiące razy szybciej od urządzeń wyposażonych w elementy elektromechaniczne.

Ogólnego przeznaczenia. Z czasem komputery stały się programowalne, a nawet zyskały możliwość reprogramowania samych siebie, dzięki czemu mogły realizować różnorodne zadania. Przestały być urządzeniami do konkretnych obliczeń, na przykład równań różniczkowych, oferując wykonywanie wielorakich dyspozycji oraz manipulowanie nie tylko liczbami, ale i słowami, dźwiękami i obrazami. Urzeczywistniły zatem swój potencjał, którym zachwycala się lady Lovelace w opisie maszyny analitycznej Babbage’a.

Do innowacji dochodzi, kiedy dojrzałe nasiona padną na podatny grunt. W wypadku wielkich przełomów 1937 roku cały szereg pomysłów i koncepcji zbiegł się z nastaniem możliwości i potrzebą ich realizacji, w dodatku w różnych miejscach. Jak często bywa w historii postępu, a szczególnie postępu w informatyce, nadszedł po prostu odpowiedni czas. Rozwój lamp elektronowych stymulowany potrzebami przemysłu radiowego utorował drogę wiodącą do stworzenia pierwszych elektronicznych układów cyfrowych, te z kolei okazały się nadzwyczaj użyteczne, kiedy zestawiono je z nowymi teoriami z dziedziny logiki. Postęp w znacznej mierze napędzało wiszące w powietrzu widmo wojny. Kiedy rozpoczęły się przygotowania do nieuchronnego konfliktu, szybko wyszło na jaw, że równie ważna co siła ognia będzie moc obliczeniowa. Wynalazki powstawały więc jeden po drugim, spontanicznie i niemalże równocześnie, na Harvardzie, w MIT i Princeton, w ośrodku Bell Labs, w pewnym mieszkaniu w Berlinie, a nawet – co najbardziej nieprawdopodobne, ale zarazem fascynujące – w jednej z piwnic w mieście Ames w stanie Iowa.

U podstaw całego tego postępu leżał szereg pięknych (czy też poetyckich, jak zapewne nazwałaby je Ada), rewolucyjnych teorii matematycznych. Jedna z nich doprowadziła do powstania formalnego opisu „komputera uniwersalnego” – maszyny ogólnego przeznaczenia, dającej się zaprogramować w celu wykonywania każdej operacji logicznej i symulacji działania dowolnej innej maszyny logicznej. Był to owoc eksperymentu

myślowego zaproponowanego przez pewnego genialnego angielskiego matematyka, którego niezwykle inspirujące życie miało tragiczny koniec.

Alan Turing

Alan Turing wychował się w trudnych warunkach, które stawały się udziałem dzieci przychodzących na świat w marginesowych warstwach brytyjskiej szlachty¹. W jego rodzinie nadany w 1638 roku tytuł baroneta na skutek różnych perypetii trafił do jednego z jego dalekich kuzynów. Synom młodszej gałęzi Turingów, wśród których był zarówno Alan, jak i jego ojciec oraz dziadek, nie przysługiwała ani ziemia, ani majątek. Wstępowali więc do duchowieństwa, jak dziadek Alana, albo do kolonialnej służby cywilnej, jak jego ojciec, który piastował stanowisko administracyjne niższego szczebla w jednym z biedniejszych regionów Indii. Alan został poczęty w Czatrapurze w Indiach, a urodził się 23 czerwca 1912 roku w Londynie podczas urlopu rodziców. Kiedy miał ledwie rok, matka i ojciec wyjechali z powrotem na kilka lat do Indii i oddali go wraz ze starszym bratem w opiekę emerytowanemu pułkownikowi armii brytyjskiej, mieszkającemu z żoną w nadmorskim miasteczku na południu Anglii. Jak wyznał później brat Alana, John: „Nie jestem psychologiem dziecięcym, ale mam pewność, że nie jest dobrze wykorzenić niemowlę, które nie umie jeszcze chodzić, i umieścić je w obcym mu środowisku”².

Matka Alana opiekowała się nim przez kilka lat po powrocie z Indii, jednak gdy tylko skończył trzynasty rok życia, wysłała go do oddalonej o mniej więcej sto kilometrów od domu szkoły z internatem. Alan pojechał tam na rowerze. Podróż zajęła mu dwa dni i była typowym przejawem jego zawziętej, samotniczej natury, która w późniejszym wieku sprawiła, że nabrał zamiłowania do biegów długodystansowych i kolarstwa. Odznaczał się zresztą i inną typową dla innowatorów cechą, którą uroczo opisał autor jego biografii, Andrew Holmes: „Alan z trudem uczył się rozpoznawać tę niewyraźną granicę, która oddzielała własną inicjatywę od nieposłuszeństwa”³.

Matka Turinga pokładała w nim duże nadzieje i ze wzruszeniem opisuje go w swoich wspomnieniach:

Alan był wysoki, silnie zbudowany, o szerokich barkach, prostokątnej, silnej szczęce i niesfornych brązowych włosach. Najbardziej charakterystyczne były jego głęboko osadzone jasnoniebieskie oczy. Krótki, lekko zadarty nos i wesoły obrys ust nadawał mu młodzieńczy, czasami wręcz dziecięcy wygląd, przez który w wieku niemal czterdziestu lat wciąż jeszcze brano go za początkującego studenta. Jego ubiór i maniery cechowała niechlujność. Włosy nosił zwykle zbyt długie, z opadającym na czoło lokiem, który odrzucał od czasu do czasu potrząśnięciem głowy. [...] Bywało, że chodził roztargniony, z głową w chmurach, a czasami zatapiał się we własnych myślach tak mocno, że zarzucano mu niekoleżeńskość. [...] Nieraz skutkiem nadmiernej nieśmiałości popełniał niebywałe nietakty. [...] Doprowadziło go to w końcu do wniosku, że doskonale czułby się w odosobnieniu w średniowiecznym klasztorze⁴.

Podczas pobytu w szkole Sherborne z internatem Turing zdał sobie sprawę, że jest homoseksualistą. Zадurzył się w jasnowłosym, szczupłym koledze, Christopherze Morcomie, z którym uczył się matematyki i dyskutował na tematy filozoficzne. Niestety zimą w ostatniej klasie Morcom niespodziewanie zmarł na gruźlicę. W liście do jego matki Turing pisał: „Wielbiłem ziemię, po której stapał – nie starałem się tego zbytnio ukrywać, co muszę stwierdzić z żalem”⁵. Z kolei list, który wysłał własnej matce, sugeruje, że starał się znaleźć ukojenie w wierze: „Jestem przekonany, że gdzieś się jeszcze z Morcomem spotkamy i znajdziemy rzeczy stworzone do tego, byśmy zajęli się nimi wspólnie, zupełnie jak na tym świecie. Teraz zaś, skoro zostałem sam, nie mogę go zawieść. Dopiero kiedy mi się powiedzie, będę mógł uznać, że zasłużyłem na miejsce u jego boku”. Ostatecznie jednak tragedia podkopała wiarę Turinga. Sprawiała też, że jeszcze bardziej zamknął się w sobie i do końca życia trudno mu było nawiązywać bliższe znajomości. Opiekun grupy szkolnej Alana

poinformował jego rodziców w Wielkanoc 1927 roku: „Z pewnością nie jest »zwyczajnym« chłopcem – nie znaczy przez to, że gorszym, lecz chyba mniej szczęśliwym”⁶.

Jako uczeń ostatniej klasy w Sherborne Turing zdobył stypendium do King’s College w Cambridge, gdzie w 1931 roku zaczął studiować matematykę. Część stypendialnych pieniędzy przeznaczył na trzy książki; jedną z nich była *The Mathematical Foundations of Quantum Mechanics* („Matematyczne podstawy mechaniki kwantowej”) Johna von Neumanna. Ten fascynujący matematyk węgierskiego pochodzenia – jeden z pionierów komputeryzacji – odcisnął trwałe piętno na życiu Turinga. Matematyka leżąca u podstaw fizyki kwantowej wydała się Turingowi szczególnie interesująca, bo przedstawiała zdarzenia świata cząstek elementarnych jako wypadkowe rachunku prawdopodobieństwa, a nie prawa jednoznacznie określające pewne zależności. Uważał (przynajmniej za młodu), że to ta niepewność i nieoznaczoność umożliwia ludziom posługiwanie się wolną wolą, cechą, która – o ile nie jest mrzonką – odróżnia ich od maszyn. Innymi słowy: gdyby zdarzenia subatomowego mikroświata nie były określone z góry, istniałaby możliwość, by tak samo nieokreślone z góry były nasze myśli i działania. Jak wyjaśnił w innym liście do matki Morcoma:

Zwykło się przyjmować w nauce, że gdyby w dowolnym momencie wiadomo było wszystko o wszechświecie, dałoby się przewidzieć każdy jego stan w dowolnie odległej przyszłości. Taka koncepcja jest konsekwencją wielkiego sukcesu przewidywań astronomicznych. Bardziej nowoczesna nauka doszła jednak do wniosku, że kiedy mamy do czynienia z atomami i elektronami, nie jesteśmy w stanie określić dokładnie ich stanu; wszak nasze instrumenty są także utworzone z atomów i elektronów. Tak więc nadzieja na poznanie dokładnego stanu wszechświata musi się załamać na zjawiskach małej skali. To oznacza z kolei, że teoria utrzymująca, iż wszystkie nasze działania są z góry wyznaczone – zupełnie jak zaćmienia Słońca itp. – również musi

upaść. Mamy wolę, która potrafi kierować działaniem atomów, prawdopodobnie w małej części mózgu, a być może w całym^z.

Poszukiwania odpowiedzi na pytanie, czy ludzki umysł fundamentalnie różni się od deterministycznego „rozumu” maszyny, zaprzętały Turinga do końca życia i stopniowo doprowadziły go do wniosku, że rozróżnienie to jest mniej wyraźne, niż początkowo sądził.

Instynktownie przewidywał też, że podobnie jak niepewność jest wszechobecna w uniwersum cząstek elementarnych, istnieją również problemy matematyczne, których nie da się rozwiązać metodami mechanicznymi i które muszą pozostać nierozstrzygnięte. Był to okres, w którym matematycy bardzo intensywnie poszukiwali odpowiedzi na pytania o kompletność i spójność systemów logicznych, za co w pewnej mierze odpowiadał David Hilbert – geniusz z Getyngi (który między innymi równocześnie z Einsteinem wyprowadził wzory leżące u podstaw ogólnej teorii względności).

W 1928 roku na pewnej konferencji Hilbert przedstawił trzy fundamentalne pytania, które jego zdaniem należało zadać, rozważając dowolny formalny system matematyczny: (1) Czy jego zestaw reguł jest kompletny, to znaczy: czy można dowieść prawdziwości (bądź fałszywości) dowolnego zdania, posługując się wyłącznie regułami tego systemu? (2) Czy jest spójny, to znaczy: czy nie istnieje żadne zdanie, które można w nim uznać jednocześnie za prawdziwe i fałszywe? (3) Czy obejmuje proces, który pozwala określić, czy danego zdania da się dowieść, zamiast wymagać godzenia się na możliwość, że pewne problemy (w tym słynne zagadki matematyczne takie jak wielkie twierdzenie Fermataⁱⁱ, hipoteza Goldbachaⁱⁱⁱ i problem Collatza^{iv}) na zawsze utkną w czyścicu nieokreśloności? Hilbert sądził, że na pierwsze dwa pytania można odpowiedzieć twierdząco, co sprawiało, że trzecie było bez znaczenia. Ujął to w prostych słowach: „Nie istnieje coś takiego jak problem nierozwiązalny”.

Ledwie trzy lata później dwudziestopięcioletni wiedeński logik Kurt

Gödel, który wciąż mieszkał z matką, rozprawił się z dwoma pierwszymi pytaniami, wykazując ku ogólnemu zdziwieniu, że na oba odpowiedź brzmi: nie. W swoim „twierdzeniu o niezupełności” wykazał, że istnieją zdania, których nie można ani dowieść, ani obalić. Znacznie upraszczając, chodziło mu między innymi o odpowiedniki zdań odnoszących się do samych siebie, w rodzaju: „Tego zdania nie da się dowieść”. Gdyby twierdzenie to było prawdziwe, oznaczałoby, że nie możemy dowieść jego prawdziwości. Gdyby okazało się fałszywe, rezultatem też byłaby logiczna sprzeczność. Przypomina to wspomniany przez starożytnych Greków „paradoks kłamcy”, który polega na tym, że nie da się określić prawdziwości zdania „Ja teraz kłamię”. (Jeśli jest prawdą, to jest też fałszem, i na odwrót).

Wymyślając zdania, których nie dało się ani dowieść, ani obalić, Gödel wykazał, że każdy system dostatecznie silny, by wyrazić podstawowe aspekty matematyki, musi być niekompletny. Przedstawił też towarzyszące tymże zdaniom twierdzenie, którym dał jednoznaczną odpowiedź „nie” na drugie pytanie Hilberta.

Pozostała więc kwestia odpowiedzi na trzecie pytanie, to dotyczące kwestii rozstrzygalności, czy też – jak nazwał ją Hilbert – *Entscheidungsproblem*. Choć Gödel przedstawił zdania, których nie dało się ani dowieść, ani obalić, wciąż tlił się płomyk nadziei, że tę dziwną kategorię zdań można by jakoś zdefiniować i szczelnie odgrodzić, dzięki czemu reszta systemu pozostałaby kompletna i spójna. Wymagałoby to znalezienia metody rozstrzygania, czy na określone pytanie da się udzielić odpowiedzi. Wybitny profesor matematyki z Cambridge Max Newman, który uczył Turinga o pytaniach Hilberta, ujął *Entscheidungsproblem* w pytaniu: czy istnieje „proces mechaniczny”, za pomocą którego można określić, czy dane zdanie logiczne da się dowieść?

Turingowi spodobała się koncepcja „procesu mechanicznego”. Latem 1935 roku podczas jednego ze swoich samotnych długich biegów brzegiem rzeki Ely wpadł na pewien pomysł. Zatrzymał się więc wśród nakrapianych jabłoniami łąk okalających wioskę Grantchester, rozłożył się wygodnie

i zaczął rozmyślać. Postanowił potraktować koncepcję „mechanicznego procesu” całkiem dosłownie i zbudował w wyobraźni maszynę, którą skonfrontował z pytaniem Hilberta⁸.

„Logiczna maszyna obliczeniowa”, którą sobie wyobraził (wyłącznie jako eksperyment myślowy), była na pierwszy rzut oka raczej nieskomplikowana, ale teoretycznie mogła wykonać dowolne obliczenie matematyczne. Operowała na nieskończonej długości taśmie papierowej podzielonej na kwadratowe komórki zawierające symbole. W najprostszym przykładzie, binarnym, komórka mogła być pusta albo zawierać cyfrę „1”. Działanie maszyny polegało na odczytywaniu symboli z taśmy i wykonywaniu działań zgodnie z posiadaną „tablicą instrukcji”⁹.

Instrukcje mówiły maszynie, co robić zależnie od konfiguracji, w której się znajdowała, i symbolu (albo jego braku), który odczytała z danej kratki. Typowa instrukcja nakazywała na przykład, by maszyna sprawdziła, czy jest w konfiguracji „1” i widzi symbol „1” w sprawdzanym polu, a jeśli tak, to żeby przesunęła się o jedno pole w prawo i zmieniła konfigurację na „2”. Co dość zaskakujące (dla nas zdecydowanie bardziej niż dla Turinga), maszyna taka po wyposażeniu jej w odpowiednią tablicę instrukcji jest zdolna wykonać każde, nieważne jak bardzo złożone zadanie matematyczne.

W jakiż to sposób ta wyimaginowana maszyna miała rozwiązać *Entscheidungsproblem* Hilberta? Turing podszedł do sprawy, doprecyzowując koncepcję „liczb obliczalnych”. Logiczna maszyna obliczeniowa mogła skalkulować każdą liczbę rzeczywistą, której wartość była określona jakąś regułą matematyczną. Była nawet zdolna obliczać nieskończoność, korzystając ze skończonej tablicy instrukcji, liczby niewymierne w rodzaju π , logarytmu z siedmiu, pierwiastka kwadratowego z dwóch, ciągu liczb Bernoulliego (tych samych, które wyprowadzał algorytm Ady) oraz każdą inną liczbę albo ciąg o dowolnym stopniu skomplikowania dopóty, dopóki zasady kalkulacji tej wartości określała definicja o skończonej liczbie kroków. Wszystkie te liczby były, sięgając do nomenklatury Turinga, „obliczalne”.

Następnym krokiem Turinga było wykazanie, że istnieją też liczby nieobliczalne. Wiązało się to z czymś, co nazwał „problemem stopu”. Udowodnił mianowicie, że nie istnieje metoda pozwalająca przewidzieć, czy wykonując konkretny zestaw instrukcji na konkretnym zestawie danych, maszyna znajdzie rozwiązanie, czy też nieodwracalnie się zapętli. Nierozwiązywalność problemu stopu oznaczała, że również problem rozstrzygalności musiał być nierozwiązywalny. Wbrew nadziejom Hilberta nie istniała mechaniczna procedura zdolna odpowiedzieć na każde pytanie matematyczne. Teoria niezupełności Gödla, nieokreśloność mechaniki kwantowej i odpowiedź Turinga na trzecie pytanie Hilberta bardzo osłabiły wizję mechanicznego, deterministycznego, przewidywalnego wszechświata.

Artykuł Turinga ukazał się w 1937 roku pod nieszczególnie porywającym tytułem *On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem* („O liczbach obliczalnych z zastosowaniem do problemu rozstrzygalności Hilberta”). Jego odpowiedź na trzecie pytanie Hilberta pomogła w rozwoju pewnych teorii matematycznych. Znacznie ważniejszy jednak okazał się efekt uboczny przedstawionego dowodu, czyli koncepcja logicznej maszyny obliczeniowej, ochrzczonej niedługo później maszyną Turinga. „Możliwe jest wynalezienie maszyny, za pomocą której można będzie obliczyć dowolny obliczalny ciąg” – ogłosił Turing¹⁰. Maszyna taka charakteryzowałaby się zdolnością odczytywania instrukcji i wykonywania wszelkich zadań pomyślanych dla dowolnej innej maszyny. Zasadniczo byłaby więc urzeczywistnieniem marzeń Charlesa Babbage’a i Ady Lovelace o komputerze zupełnie ogólnego przeznaczenia.

Inne, mniej porywające rozwiązanie problemu rozstrzygalności, na dodatek pod dziwaczną nazwą „rachunku lambda bez typów”, przedstawił wcześniej w tym samym roku matematyk z Princeton, Alonzo Church. Opiekun Turinga, profesor Max Newman, doszedł do wniosku, że Turing wiele by zyskał, kontynuując naukę pod okiem Churcha. W liście polecającym opisał niebywały potencjał swojego podopiecznego, ale świadom osobowości Turinga, dodał też prośbę bardziej osobistej natury:

„Dotychczas pracował bez jakiegokolwiek nadzoru. Nie zetknął się też z krytyką – pisał Newman. – Dlatego tym bardziej mi zależy, by jak najszybciej nawiązał kontakty z wiodącymi przedstawicielami swojego nurtu i nie wyrósł na zupełnego samotnika”¹¹.

Turing z pewnością nie garnał się do ludzi. Przez swój homoseksualizm czuł, że nie przystaje do ogółu, mieszkał więc sam i starał się unikać poważniejszych znajomości. Pewnego razu oświadczył się koleżance, ale potem poczuł wyrzuty sumienia i wyznał, że jest gejem. Choć wcale jej to nie zniechęciło i wciąż chciała za niego wyjść, Turing uznał, że nie mógłby żyć w pozorowanym małżeństwie, i zrezygnował z tego pomysłu. Mimo to wcale nie stał się „zupełnym samotnikiem”. Nauczył się pracować w zespole, czemu w dużej mierze zawdzięczał, że jego abstrakcyjne teorie znalazły odzwierciedlenie w przydatnych wynalazkach.

We wrześniu 1936 roku, czekając na publikację swojej rozprawy, Turing – wówczas dwudziestoczteroletni doktorant – spakował mosiężny sekstans, do którego pałał szczególną sympatią, i pożegłował do Ameryki w przerobionej na miejsca pasażerskie ładowni starego liniowca RMS Berengaria. Po przybyciu do Princeton otrzymał gabinet w budynku Wydziału Matematyki. Mieścił się tam wtedy również Instytut Badań Zaawansowanych, gdzie władzę dzierżyli Einstein, Gödel i von Neumann. Szczególne zainteresowanie osiągnięciami Turinga wykazał – mimo skrajnie odmiennego charakteru – obyty i nadzwyczaj towarzyski von Neumann.

Równoległe przełomy, do których doszło w 1937 roku, nie wynikały bezpośrednio z publikacji artykułu Turinga. Prawdę mówiąc, początkowo mało kto poświęcił mu większą uwagę. Turing poprosił matkę, by rozesłała kopie do filozofa matematyki Bertranda Russella i pół tuzina innych znanych uczonych, ale jedyną poważną recenzję napisał Alonzo Church, któremu najłatwiej było sobie na to pozwolić, bo znalazł rozwiązanie problemu Hilberta szybciej niż Turing. Church zachował się z klasą: to on zaproponował termin „maszyna Turinga” na określenie tego, co sam Turing nazwał logiczną maszyną obliczeniową. W rezultacie dwudziestoczteroletni

Turing został nierozzerwalnie związany z jedną z najważniejszych koncepcji ery cyfrowej¹².

Claude Shannon i George Stibitz w Bell Labs

Turing nie był jedynym, który dokonał owocnego przełomu, będącego w pełni eksperymentem myślowym. Tego samego roku student MIT Claude Shannon przedłożył najbardziej wpływową pracę magisterską wszech czasów, którą „Scientific American” ochrzcił później mianem „Wielkiej Karty Swobód ery informacji”¹³.

Shannon dorastał w niewielkim mieście w stanie Michigan. Lubił budować modele samolotów i sprzęt krótkofalarski. Studia elektrotechniki i matematyki rozpoczął na Uniwersytecie Michigan. Na ostatnim roku znalazł na tablicy ogłoszeń ulotkę informującą, że Vannevar Bush poszukuje pomocnika do prac nad analizatorem różniczkowym. Wysłał więc do MIT podanie o pracę, na które otrzymał odpowiedź pozytywną. Maszyna go oczarowała, mimo że nieszczególnie interesowały go wały, krążki i tarcze, z których zbudowana była jej część analogowa. Co innego klekoczące przekaźniki elektromagnetyczne, składające się na układ kontrolny, które zamykały się i otwierały pod wpływem impulsów elektrycznych, tworząc co rusz inne obwody.

Latem 1937 roku Shannon postanowił odpocząć od MIT i podjął pracę w Bell Labs, ośrodku badawczym firmy AT&T. Ośrodek ten znajdował się wówczas w manhattańskiej dzielnicy Greenwich Village, od strony rzeki Hudson, i stanowił raj dla pragnących przekuwać swoje pomysły na wynalazki. Było to miejsce, w którym swobodnie krzyżowały się abstrakcyjne teorie i pomysły natury praktycznej. Korytarze i stołówki rozbrzmiewały rozmowami ekscentrycznych teoretyków z rzeczowymi specjalistami od rozwiązywania problemów oraz ochoczo brudzącymi sobie ręce inżynierami i mechanikami. Miało to na celu zachęcenie obu stron do wzajemnego czerpania ze swoich pomysłów i doprowadziło do powstania w Bell Labs pierwotnego wzoru kultury innowacji, która odegrała niebywałą rolę

w erze cyfrowej – pierwszej „strefy handlu”, jak ochrzcił ją historyk nauki z Harvardu, Peter Galison. Bell Labs dowiodło, że kiedy zgromadzi się w jednym miejscu praktyków i teoretyków, którzy zamieszkiwali wcześniej odrębne światy, szybko nauczą się wspólnego języka i zaczną wymieniać pomysłami i wiedzą¹⁴.

W Bell Labs Shannon przyjrzał się z bliska wspomniałym możliwościom systemu telefonicznego, który wykorzystywał elektryczne przełączniki do przekazywania połączeń i utrzymywania równomiernego obciążenia sieci. W jego umyśle zaczął rodzić się pomysł, jak realizować na takich obwodach założenia innego systemu, który go fascynował – logiki sformułowanej dziewięćdziesiąt lat wcześniej przez brytyjskiego matematyka George’a Boole’a. Boole dokonał rewolucji, znajdując sposób zapisywania zdań logicznych za pomocą symboli i równań. Zdaniom prawdziwym przypisał wartość „1”, a fałszywym „0”, a następnie pokazał, że na tak przedstawionych zdaniach można wykonywać zestaw podstawowych operacji logicznych – „i”, „lub”, „nieprawda, że”, „albo, albo” i „jeżeli, to” – jakby były zwykłymi równaniami.

Shannon wymyślił, że obwody elektryczne mogłyby wykonywać te operacje logiczne za pomocą odpowiedniego układu przełączników. Operację koniunkcji („i”) na przykład można było przeprowadzić, łącząc dwa przełączniki szeregowo, tak by prąd mógł płynąć wyłącznie, gdy oba były włączone. Aby wykonać operację alternatywy („lub”) należało połączyć przełączniki równolegle, tak by włączenie dowolnego umożliwiała przepływ prądu. System ten można było dodatkowo usprawnić, stosując bardziej wszechstronny rodzaj przełączników zwanych bramkami logicznymi. Innymi słowy, wizja Shannona umożliwiała projektowanie obwodów złożonych z wielu przekaźników i bramek logicznych, za pomocą których można było wykonywać krok po kroku ciągi operacji logicznych.

(Przekaźnik to po prostu przełącznik, który można elektrycznie otwierać i zamykać, na przykład elektromagnesem. Klekoczące przekaźniki starego typu nazywa się czasami elektromechanicznymi, bo posiadają ruchome

części. Lampy próżniowe i tranzystory również mogą być przełącznikami w obwodzie elektrycznym, ale nazywa się je elektronicznymi, bo oddziałują na przepływ elektronów, nie poruszając się fizycznie. Bramka logiczna to przełącznik, który przetwarza sygnał z jednego lub więcej wejść. Na przykład bramka „i” włącza się w razie otrzymania obu sygnałów, natomiast bramka „lub” po wykryciu sygnału na dowolnym z dwóch wejść. Geniusz Shannona polegał na zdaniu sobie sprawy, że bramki takie można połączyć w większe układy w celu wykonywania zadań algebry logicznej Boole’a).

Jesienią 1937 roku Shannon wrócił do MIT i przedstawił swoje pomysły Bushowi, który uznał je za fascynujące i namówił go, by wspomniał o nich w swojej pracy magisterskiej. Praca ta ukazała się pod tytułem *A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits* („Analiza symboliczna przekąźnikowych obwodów przełączających”) i wyjaśniała, jak wykonać liczne funkcje algebry Boole’a za pomocą obwodów elektrycznych. „Obwody zbudowane z przekąźników mogą posłużyć do wykonywania złożonych operacji matematycznych” – podsumował w zakończeniu¹⁵. Koncepcja ta stała się jedną z fundamentalnych zasad działania komputerów cyfrowych.

Pomysły Shannona zaintrygowały Turinga, bo ładnie pasowały do jego świeżo opublikowanej koncepcji uniwersalnego komputera zdolnego na podstawie prostych instrukcji wyrażonych w kodzie binarnym rozwiązywać zadania nie tylko matematyczne, ale i logiczne. A z racji tego, że logika nawiązywała do sposobu, w jaki rozumował ludzki umysł, maszyna wykonująca operacje logiczne mogła teoretycznie naśladować człowieka.

W tym samym czasie w Bell Labs pracował matematyk George Stibitz, który zajmował się optymalizacją coraz bardziej skomplikowanych obliczeń potrzebnych inżynierom rozwijającym sieć telefoniczną. Niestety, dysponował tylko jednym rodzajem narzędzia: biurkowymi sumatorami mechanicznymi. Postanowił więc skonstruować sprawniejsze urządzenie, bazując na odkryciach Shannona. Pewnego listopadowego wieczoru udał

się do magazynu, skąd zabrał kilka starych przekaźników elektromagnetycznych i żarówek. Po powrocie do domu znalazł jeszcze puszkę po tytoniu i kilka włączników, po czym rozłożył to wszystko na stole w kuchni i połączył w prosty układ logiczny zdolny sumować liczby binarne. Zapalona żarówka oznaczała „1”, a zgaszona „0”. Żona Stibitza ochrzciła jego wynalazek „Modelem K”, w nawiązaniu do kuchennego stołu, na którym powstał (oraz słynnego Forda). Następnego dnia Stibitz zabrał go do biura i zaczął przekonywać kolegów, że gdyby wpadło mu w ręce więcej przekaźników, mógłby zbudować kalkulator.

Jednym z ważniejszych zadań pracowników Bell Labs było poszukiwanie sposobów wzmacniania długodystansowego sygnału telefonicznego i filtrowania szumów. Wzory, które pozwalały analizować amplitudę i fazę sygnału, czasami wymagały rozwiązywania równań obejmujących liczby zespolone (czyli zawierających jednostkę urojoną reprezentującą pierwiastek kwadratowy liczby ujemnej). Przełożony Stibitza spytał więc, czy proponowana maszyna byłaby zdolna do obliczeń na liczbach zespolonych. Kiedy usłyszał, że owszem, przydzielił Stibitzowi zespół, który miał mu pomóc ją skonstruować. Budowę kalkulatora liczb zespolonych (Complex Number Calculator) ukończono w 1939 roku. W jego konstrukcji wykorzystano ponad czterysta przekaźników, które mogły się otwierać i zamykać dwadzieścia razy na sekundę. Dzięki nim urządzenie okazało się szybkie jak błyskawica w porównaniu z kalkulatorami mechanicznymi, a jednocześnie koszmarnie wręcz ślamazarne w porównaniu z całkowicie elektronicznymi urządzeniami wykorzystującymi lampy próżniowe, które właśnie zaczynano konstruować. Komputer Stibitza nie był programowalny, ale dowiódł potencjału układów przekaźnikowych na polu matematyki binarnej, przetwarzania informacji i rachunku logicznego¹⁶.

Howard Aiken

Również w 1937 roku, tyle że na Harvardzie, pewien doktorant fizyki

Howard Aiken wypruwał sobie żyły, wykonując na prostym sumatorze żmudne obliczenia do swojej dysertacji. Kiedy zaczął naciskać na władze uniwersytetu, by sfinansowały budowę bardziej wyrafinowanego komputera, dziekan jego wydziału poinformował go, że na strychu harwardzkiego centrum nauki leżą jakieś mosiężne tryby ze stuletniej maszyny podobnej do tej, o którą się doprasza. Aiken udał się więc na rzeczony strych, gdzie odkrył jeden z sześciu modeli demonstracyjnych maszyny różnicowej wyprodukowanych i rozprowadzonych przez syna Charlesa Babbage'a, Henry'ego. Wkrótce Babbage stał się obiektem fascynacji Aikena, który przeniósł mosiężne zębaki do swojego gabinetu. „Owszem, mieliśmy dwa koła zębate Babbage'a – wspominał później. – Kazałem je oprawić i umieścić we wnętrzu komputera”¹⁷.

Jesienią, mniej więcej w tym samym czasie, kiedy Stibitz zachwalał swój naprędce sklecony model, Aiken napisał dwudziestodwustronicową notę skierowaną do swoich zwierzchników na Harvardzie i do kierownictwa IBM-u, w której przekonywał, że będzie w ich interesie sfinansować budowę nowoczesnej wersji maszyny Babbage'a. Nota rozpoczynała się słowami: „Pragnienie, by ograniczyć nakład czasu i wysiłku intelektualnego na obliczenia arytmetyczne oraz wyeliminować ludzką przypadłość popełniania błędów, ma prawdopodobnie tradycję równie długą, co sama arytmetyka”¹⁸.

Aiken pochodził ze stanu Indiana i miał za sobą trudne dzieciństwo. W wieku dwunastu lat chwycił za pogrzebacz, żeby obronić matkę przed pijanym, agresywnym ojcem, który w odwecie odszedł i zostawił ich bez grosza. Howard zrezygnował więc z nauki i podjął pracę jako instalator telefonów, żeby utrzymać rodzinę. Później znalazł zatrudnienie na nocnej zmianie w miejscowej firmie energetycznej, co pozwoliło mu uczęszczać za dnia do technikum. Dzięki niebywalej determinacji odniósł sukces, ale stał się przy tym tyranem o gwałtownym usposobieniu, o którym mówiono, że przychodzi na myśl zbliżającą się burzę¹⁹.

Harwardczycy odnieśli się dość chłodno zarówno do propozycji budowy maszyny, jak i do perspektywy profesury Aikena zdobytej dzięki projektowi

podejrzanie praktycznej natury. (Na Harvardzie w pewnych kręgach obrażano się za sugestię, że ktoś zajmuje się zagadnieniami praktycznymi, a nie czysto akademickimi). Tymczasem po stronie Aikena stanął rektor, James Bryant Conant, który jako przewodniczący National Defense Research Committee (Narodowego Komitetu Badań na rzecz Obronności) nie miał nic przeciwko udziałowi Harvardu w trójstronnym porozumieniu pomiędzy środowiskiem akademickim, przemysłem i wojskiem. Uniwersytecką fizyką rządzili jednak puryści. Dziekan Wydziału Fizyki napisał do Conanta w grudniu 1939 roku, że maszyna „będzie pożądana, jeśli znajdą się na nią pieniądze, ale niekoniecznie bardziej pożądana niż cokolwiek innego”, a rada wydziału wypowiedziała się na temat Aikena następująco: „Chcemy, by było dla niego jasne, że tego rodzaju działalność nie zwiększy jego szans na otrzymanie profesury”. Ostatecznie Conant przeforsował swoje zdanie i autoryzował projekt Aikena²⁰.

W kwietniu 1941 roku, po tym jak IBM rozpoczął budowę komputera Mark I w laboratorium w Endicott w stanie Nowy Jork, Aiken opuścił Harvard i rozpoczął służbę w marynarce wojennej. Przez dwa lata służył w stopniu komandora podporucznika na stanowisku wykładowcy w Szkole Saperów Marynarki Wojennej w stanie Wirginia. Jak zrelacjonował jego dawny kolega, „uzbrojony po zęby we wzory, które nie mieściły się na tablicy, i najwyższych lotów harwardzkie teorie”, zderzał się z murem „napakowanych kowbojów, dla których całki i różniczki były pojęciami z kosmosu”²¹. Większość czasu Aiken spędził więc, rozmyślając nad powstającym Mark I, a od czasu do czasu wdziewał mundur galowy i wybierał się z wizytą do Endicott²².

Odbycie służby wojskowej przyniosło mu jedną ważną korzyść: na początku 1944 roku, kiedy IBM szykował się, by przewieźć ukończony Mark I na Harvard, Aikenowi udało się przekonać marynarkę, by przejęła zwierzchnictwo nad komputerem, a jego uczyniła oficerem zarządzającym. Wymanewrował w ten sposób akademicką biurokrację i mógł przestać się martwić, że uczelnia ociąga się z przyznaniem mu profesury. Harwardzka pracownia komputerowa stała się tymczasowo jednostką marynarki,

a podległy Aikenowi personel składał się wyłącznie z marynarzy, którzy przychodzili do pracy w mundurach. Aiken nazywał ich swoją „załogą”, oni jego „komandorem”, a o maszynie Mark I mówiono w rodzaju żeńskim, tak jakby była okrętem²³.

Harvard Mark I czerpał garściami z pomysłów Babbage’a. Był cyfrowy, lecz nie binarny – jego zębatki miały po dziesięć pozycji. Na piętnastometrowym głównym wale posiadał siedemdziesiąt dwa liczniki zdolne pomieścić liczbę o długości do dwudziestu trzech cyfr, a całość ważyła pięć ton i mierzyła dwadzieścia pięć metrów wzdłuż i piętnaście wszerz. Wszystkie części ruchome były napędzane elektrycznie. Mimo to Mark I był powolny. Nie używał przekaźników elektromagnetycznych, tylko mechanicznych przełączników otwieranych i zamykanych silnikami elektrycznymi. W praktyce oznaczało to, że mnożenie, które maszyna Stibitza wykonywała w sekundę, zajmowało mu sześć sekund. Posiadał jednak jedną imponującą cechę typową dla nowoczesnych komputerów: był w pełni automatyczny. Po wprowadzeniu programów i danych z taśmy papierowej mógł pracować kilka dni bez udziału człowieka. Pozwoliło to Aikenowi nazywać go „spełnieniem marzeń Babbage’a”²⁴.

Konrad Zuse

Żaden z tych pionierów nie miał pojęcia, że przegonił ich wszystkich niemiecki inżynier Konrad Zuse, który urządził sobie pracownię w mieszkaniu rodziców. W 1937 kończył właśnie budowę prototypu kalkulatora, który działał w oparciu o kod binarny i odczytywał instrukcje z taśmy perforowanej. Niestety, w pierwszej wersji nazwanej Z1 urządzenie Zusego było w pełni mechaniczne.

Jak wielu pionierów ery cyfrowej, Zuse dorastał zafascynowany zarówno inżynierią, jak i sztuką. Po ukończeniu studiów technicznych znalazł pracę jako analityk naprężeń u pewnego berlińskiego producenta samolotów, gdzie do jego obowiązków należało rozwiązywanie równań liniowych z najróżniejszymi współczynnikami obciążenia, wytrzymałości

i elastyczności. Nawet posiłkując się kalkulatorem mechanicznym, przeciętna osoba nie była w stanie rozwiązać dziennie więcej niż jednego układu sześciu równań z sześcioma niewiadomymi. Równanie z dwudziestoma pięcioma zmiennymi mogło pochłonąć rok pracy. Zusego motywowało więc, jak bardzo wielu innych, pragnienie mechanizacji tego żmudnego procesu. Aby mieć miejsce do pracy, przerobił na warsztat salon w mieszkaniu rodziców niedaleko berlińskiego lotniska Tempelhof²⁵.

W pierwszej wersji komputera Zusego za przechowywanie liczb binarnych odpowiadały płaskie metalowe płytki z otworami i bolcami, które przygotował wspólnie z przyjaciółmi na wyrzynarce. Przy wprowadzaniu danych i programów Zuse początkowo korzystał z taśmy papierowej, ale szybko przestawił się na zużytą taśmę filmową 35 milimetrów, która była nie tylko trwalsza, ale i tańsza. Budowę urządzenia ukończył w 1938 roku. Z1 poszczeniwał tu i ówdzie i nie grzeszył niezawodnością, ale był w stanie wykonywać różne obliczenia. Niestety wszystkie jego podzespoły były wykonane ręcznie, przez co regularnie się zacinał. Zuse ucierpiał na tym, że nie pracował w miejscu w rodzaju Bell Labs ani że nie miał odpowiednich współpracowników, tak jak Harvard miał pod ręką IBM. Brakowało mu dostępu do zaplecza inżynierskiego, dzięki któremu mógłby w pełni wykorzystać swoje talenty.

Z1 unaoczniał mimo wszystko, że koncepcja Zusego sprawdzała się w praktyce. Kolega ze studiów, który mu pomagał, Helmut Schreyer, namawiał go do zbudowania nowej wersji urządzenia: elektronicznej, na bazie lamp próżniowych. Gdyby zajęli się tym od razu, przeszliby do historii jako wynalazcy nowoczesnego komputera: binarnego, elektronicznego i programowalnego. Zusego jednak, podobnie jak specjalistów z uczelni technicznej, z którymi się skonsultował, zniechęciły koszty, z jakimi wiązałyby się konstrukcja urządzenia zawierającego prawie dwa tysiące lamp²⁶.

Zuse i Schreyer postanowili więc wykorzystać do modelu Z2 przekaźniki elektromechaniczne, które cechowała wytrzymałość i niska cena, ale

i znacznie wolniejsze działanie. Nabyli je – używane – od operatora telefonicznego. Komputer, który ostatecznie powstał, posiadał jednostkę arytmetyczną zbudowaną na przekaźnikach i przestarzałą, mechaniczną pamięć poprzednika.

W 1939 roku Zuse rozpoczął pracę nad trzecim modelem, Z3, którego trzy podstawowe podzespoły – jednostka arytmetyczna, pamięć i układ sterujący – wykorzystywały przekaźniki elektromechaniczne. Po ukończeniu, czyli dwa lata później, stał się on pierwszym w pełni funkcjonalnym uniwersalnym, programowalnym komputerem cyfrowym. Mimo że skoki w kodzie programów i instrukcje warunkowe można było na nim realizować wyłącznie za pomocą odpowiednich sztuczek, mógł teoretycznie funkcjonować jako uniwersalna maszyna Turinga. Główną różnicą pomiędzy nim a późniejszymi komputerami była ślimacza prędkość działania wynikająca z zastosowania przekaźników elektromagnetycznych.

W tym czasie Schreyer, przyjaciel Zusego, napisał dysertację doktorską *Das Röhrenrelais und seine Schaltungstechnik* („Przełącznik lampowy i techniki jego przełączania”), w której przekonywał, że komputer lampowy byłby bardzo szybki i przydatny. Mimo to w 1942 roku Wehrmacht odrzucił propozycję, by w dwa lata zbudować taką maszynę dla wojska. Dowódcy armii byli przekonani, że w tym czasie zdążą wygrać wojnę i bardziej od maszyn liczących interesowała ich broń²⁷. Zuse został więc zmuszony do zakończenia swojej przygody z komputerami i wrócił do projektowania samolotów. W 1943 roku jego maszyny i projekty uległy zniszczeniu podczas alianckich nalotów na Berlin.

Zuse i Stibitz niezależnie od siebie, ale prawie jednocześnie wpadli na pomysł, by wykorzystać przekaźniki telefoniczne do budowy obwodów wykonujących obliczenia binarne. Jak to możliwe, skoro wojna sprawiła, że nawet nie wiedzieli o swoim istnieniu? Odpowiedź kryje się częściowo w tym, że ze względu na pewne postępy technologiczne i teoretyczne okres ten zwyczajnie sprzyjał takim zbiegom okoliczności. Zuse i Stibitz, podobnie jak dziesiątki innych innowatorów, byli zaznajomieni z przekaźnikami telefonicznymi i stosunkowo łatwo dostrzegli, że można

z nich zbudować binarne urządzenie do obliczeń matematyczno-logicznych. Shannon z kolei, też bazując na swojej dogłębnej wiedzy o przełącznikach, wpadł na przełomowy pomysł, że układy elektroniczne mogłyby rozwiązywać zadania algebry Boole'a. Szybko stawało się jasne, że przyszłością komputerów będą układy cyfrowe. Było to oczywiste nawet dla badaczy z pustkowi takich jak centrum stanu Iowa.

John Vincent Atanasoff

Również w 1937 roku, ale zupełnie niezależnie od Stibitza i Zusego, z układami cyfrowymi eksperymentował jeszcze jeden wynalazca. Jego miejscem pracy była piwnica w stanie Iowa, gdzie ślęczał nad kolejną ważną z historycznego punktu widzenia innowacją: aparatem obliczeniowym zbudowanym, przynajmniej częściowo, z lamp próżniowych. Była to maszyna pod pewnymi względami mniej zaawansowana od pozostałych, bo nieprogramowalna – pojedynczego przeznaczenia. Nie była też całkowicie elektroniczna, bo zawierała szereg powolnych mechanicznych elementów ruchomych. Co gorsza, powstałemu prototypowi daleko było do sprawności operacyjnej; działał bardzo zawodnie. Mimo to Johnowi Vincentowi Atanasoffowi (nazywanemu przez rodzinę i znajomych po prostu Vincentem) należy się uznanie jako twórcy pierwszego częściowo elektronicznego komputera. Pomysł, jak go zbudować, zaświtał mu zniecka podczas szybkiej jazdy samochodem, na którą się wybrał, żeby ukoić nerwy. Było to w grudniu 1937 roku²⁸.

Atanasoff urodził się w 1903 roku jako najstarsze z siedmiorga dzieci bułgarskiego imigranta i kobiety pochodzącej z jednej z najstarszych rodzin Nowej Anglii. Jego ojciec, który był inżynierem, najpierw pracował w należącej do Thomasa Edisona elektrowni w stanie New Jersey, a potem przeprowadził rodzinę do ustronnej miejsciny na południe od Tampy, w rolniczej części Florydy. W wieku dziewięciu lat Vincent pomógł ojcu położyć kable elektryczne w domu na Florydzie i dostał w prezencie suwak logarytmiczny firmy Dietzgen. „Nie rozstawałem się z tym suwakiem” –

wspominał potem²⁹. W bardzo młodym wieku oddał się nauce logarytmów z entuzjazmem, który może wydawać się odrobinę nienormalny. Sam Atanasoff nie widział w tym nic dziwnego: „Proszę sobie wyobrazić, jak taka wiedza może odmienić dziewięcioletniego chłopaka, który dotychczas nie myślał o niczym poza bejsbolem. Bejsbol został niemal w całości zastąpiony poważną nauką logarytmów”. Latem Atanasoff obliczył logarytm naturalny z liczby 5, a następnie z pomocą matki, niegdyś nauczycielki matematyki, jeszcze jako gimnazjalista nauczył się rachunku całkowego i różniczkowego. Ojciec z kolei zabierał go do zakładu wytwarzającego fosforany, w którym pracował jako elektrotechnik, i pokazywał mu, jak działają prądnice. Młody Vincent był mało pewny siebie, ale za to genialny i obdarzony zdolnością twórczego myślenia. Ukończył liceum w dwa lata zamiast czterech, zdobywając przy tym najwyższe oceny ze wszystkich przedmiotów.

Podczas studiów z elektrotechniki na Uniwersytecie Florydy Atanasoff wykazywał zainteresowanie sprawami praktycznymi i spędzał dużo czasu w uniwersyteckiej maszynowni i odlewni. Nieprzerwanie też fascynował się matematyką i na pierwszym roku poświęcił się analizie pewnego dowodu związanego z arytmetyką binarną. Po ukończeniu studiów pierwszego stopnia z rekordową jak na swoje czasy średnią ocen przyjął stypendium naukowe od Iowa State University (ISU). Choć dowiedział się później, że czeka na niego miejsce na Harvardzie, został przy pierwszym wyborze, decydując się studiować matematykę i fizykę na ISU, którego kampus mieścił się w Ames – niedużym mieście pośrodku amerykańskiego „pasa kukurydzy”.

Kolejnym krokiem w edukacji Atanasoffa był doktorat z fizyki na Uniwersytecie Wisconsin, gdzie spotkało go podobne doświadczenie, co pozostałych pionierów komputeryzacji, od Babbage’a począwszy. Prowadzone przezeń badania, które dotyczyły polaryzacji helu polem elektrycznym, wymagały żmudnych obliczeń. Atanasoff męczył się więc z równaniami, mając do pomocy jedynie biurkowy sumator mechaniczny, i rozmyślał, jak skonstruować kalkulator zdolny wykonać więcej obliczeń.

W 1930 roku, po powrocie na ISU i przyjęciu stanowiska profesora, postanowił rozpocząć pracę nad wynalazkiem, przekonany, że dzięki wykształceniu z elektrotechniki, matematyki i fizyki ma do dyspozycji wszystkie potrzebne narzędzia.

Z decyzją, by nie zostawać w Wisconsin ani nie podejmować pracy na Harvardzie czy innym dużym uniwersytecie, wiązały się pewne konsekwencje. Atanasoff, jako jedyna osoba na Iowa State zainteresowana budową nowego rodzaju kalkulatora, był zdany wyłącznie na siebie. Nie miał z kim omawiać swoich pomysłów ani do kogo zwrócić się o pomoc, kiedy napotykał przeszkody natury teoretycznej lub inżynierskiej. W odróżnieniu od większości innowatorów ery cyfrowej był samotnym wynalazcą. Czerpał inspirację z rozmyślań podczas jazdy samochodem i z dyskusji z jednym doktorantem. Patrząc z perspektywy czasu, poważnie go to ograniczyło.

Atanasoff początkowo rozważał budowę urządzenia analogowego. Nieustająca fascynacja suwakami logarytmicznymi podsunęła mu pomysł stworzenia gigantycznej wersji takowego z długich pasów taśmy filmowej. Zdał sobie jednak sprawę, że żeby rozwiązywać równania liniowe z dokładnością, która była mu potrzebna, maszyna potrzebowałaby setek metrów taśmy. Zbudował też urządzenie, które formowało bryłę parafiny i obliczało równania różniczkowe cząstkowe na podstawie uzyskanego kształtu. Oczywiście ograniczenia tych wynalazków sprawiły, że postanowił skupić się na technologii cyfrowej.

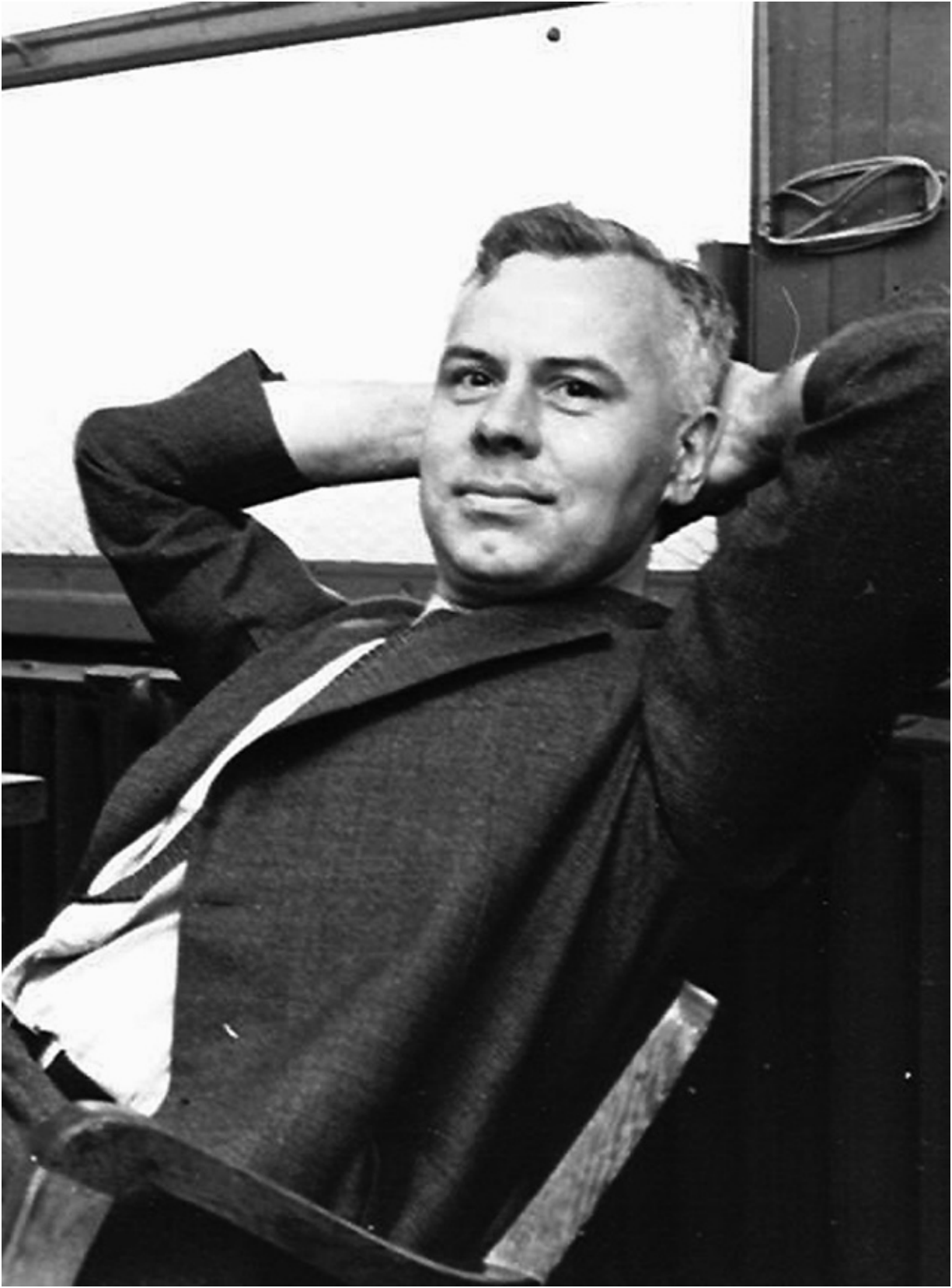
W pierwszej kolejności zajął się poszukiwaniem sposobu zapisywania liczb w maszynie. Nazwał tę funkcję „pamięcią”: „Miałem wtedy ledwie pobieżną znajomość osiągnięć Babbage’a, więc nie wiedziałem, że nazwał tę samą koncepcję »magazynem«. [...] Podoba mi się jego termin i może gdybym znał go wcześniej, sam bym go przyjął. »Pamięć« jednak też mi się podoba, bo odnosi się do mózgu”³⁰.

Atanasoff przebadł cały szereg potencjalnych kandydatów na pamięć: metalowe bolce, przekaźniki elektromagnetyczne, mały kawałek materiału magnetycznego dający się polaryzować ładunkiem elektrycznym, lampy

próżniowe i mały kondensator elektryczny. Najszybsze, ale też kosztowne, były lampy. Ostatecznie więc Atanasoff zdecydował się na kondensatory – małe, niedrogie podzespoły zdolne utrzymać, przynajmniej przez chwilę, ładunek elektryczny. Była to zrozumiała decyzja, która sprawiła jednak, że maszyna działała w iście ślimaczym tempie. Dodawanie i odejmowanie odbywało się z prędkością elektroniczną, ale już przesyłanie liczb z i do pamięci wymagało oczekiwania na czysto mechaniczny bęben pełen kondensatorów.

Kiedy już podjął decyzję w kwestii pamięci, Atanasoff poświęcił uwagę konstrukcji jednostki arytmetyczno-logicznej, którą nazywał „mechanizmem obliczeniowym”. Postanowił, że powinna być zbudowana w pełni z elementów elektronicznych, czyli lamp próżniowych, mimo kosztów takiego rozwiązania. Lampy miały odgrywać rolę przełączników połączonych w bramki logiczne i umożliwiać dodawanie, odejmowanie oraz wykonywanie dowolnych funkcji boole’owskich (logicznych).

Rodziło to pewną kwestię matematyczną teoretycznej natury, a mianowicie: czy maszyna taka powinna pracować w systemie dziesiętkowym, binarnym, czy może jakimś o jeszcze innej podstawie? Atanasoff, który od dzieciństwa pasjonował się systemami liczbowymi, przeanalizował cały szereg możliwości. „Początkowo obiecujący wydawał mi się system o podstawie sto – napisał w nieopublikowanej pracy. – To samo obliczenie wykazało, że teoretycznie największą szybkość kalkulacji zapewnia e , podstawa logarytmu naturalnego”³¹. Teorię należało jednak skonfrontować z możliwościami praktycznymi i ostatecznie Atanasoff zdecydował się wykorzystać system o podstawie liczby dwa, czyli binarny. Pod koniec 1937 roku miał w głowie „mętlik” tego rodzaju pomysłów i przemyśleń, które nie chciały się „skryształizować”.



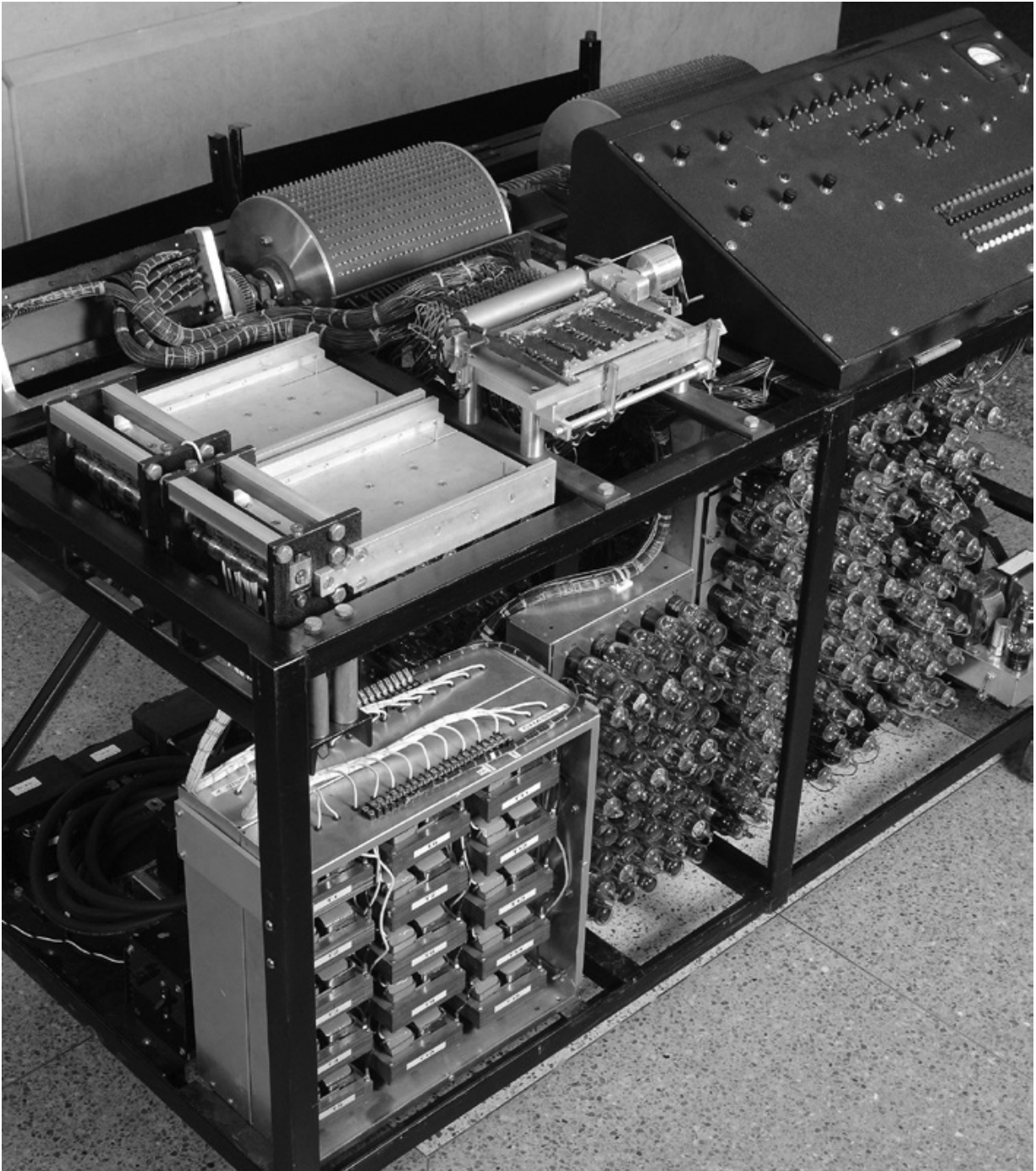
George Stibitz (1904–1995) około 1945 roku



Konrad Zuse (1910–1995) przy komputerze Z4, 1944 rok



John Atanasoff (1903–1995) na Iowa State University, około 1940 roku



Zrekonstruowany komputer Atanasoffa

Atanasoff uwielbiał samochody i starał się kupować każdego roku nowy, jeśli tylko było go stać. W grudniu 1937 roku jeździł nowiutkim fordem z potężnym silnikiem V8. Aby ukoić myśli, wybrał się na nocną przejażdżkę, która zapisała się jako jedno z ważniejszych zdarzeń w historii

komputerów:

Pewnej nocy zimą 1937 roku byłem tak sfrustrowany głowieniem się nad tą maszyną, że czułem się, jakby zaraz miało mnie rozsadzić. Poszedłem w końcu do samochodu, żeby przejechać się kilka minut z dużą prędkością i opanować emocje. Taki miałem zwyczaj: wybierałem się na kilkumilową przejażdżkę i dzięki temu, że musiałem skupić się na prowadzeniu, odzyskiwałem panowanie nad sobą. Tej nocy jednak byłem nadzwyczaj sfrustrowany i zatrzymałem się dopiero po drugiej stronie Missisipi, w Illinois, 189 mil od domu”³².

Atanasoff zjechał z autostrady i wstąpił do przydrożnego zajazdu. Illinois w porównaniu z Iowa miało tę zaletę, że można tu było kupić drinka, Atanasoff zamówił więc burbon z wodą gazowaną. A potem jeszcze jeden. „Zdałem sobie sprawę, że już ochłonałem, i wróciłem myślami do maszyn obliczeniowych – wspominał potem. – Nie wiem, dlaczego mój umysł zadziałał akurat wtedy, skoro wcześniej nie chciał. W każdym razie było tam przyjemnie, chłodno i cicho”. Kelnerka nie zwracała na niego uwagi, więc Atanasoff mógł w spokoju przemyśleć trapiące go pytania³³.

Najpierw wypisał swoje pomysły na serwetce, a potem zaczął się zastanawiać nad kwestiami natury praktycznej. Najważniejszą było znalezienie sposobu na odświeżanie ładunku w kondensatorach, które w przeciwnym razie rozładowywałyby się po minucie, maksymalnie dwóch. Atanasoff wpadł na pomysł, by umieścić kondensatory w bębnach przypominających pękate półtoralitrowe puszki popularnego wtedy soku V8 i wprowadzić je w ruch obrotowy, dzięki czemu raz na sekundę ocierałyby się o szczerkowane zakończenia przewodów doładowujących. „Tamtego wieczoru w zajeździe wyobraziłem sobie możliwość skonstruowania pamięci regeneracyjnej – oświadczył. – W myślach nazwałem tę metodę »poszturchiwaniem« pamięci”. W każdym cyklu bębna pamięć kondensatorów dostawała przypominającego kuksańca i jeśli zachodziła taka potrzeba, była sczytywana i zastępowana nowymi danymi. Atanasoff wymyślił też architekturę, która pozwalała pobrać liczby z dwóch

bębnow, wykonać na nich odejmowanie albo dodawanie za pomocą jednostki arytmetycznej i umieścić rezultat w pamięci. Z jego wspomnień wynika, że po kilku godzinach miał wymyślone wszystko, czego potrzebował, więc „poszedł do samochodu i wrócił do domu w spokojniejszym tempie”³⁴.

W maju 1939 roku Atanasoff uznał, że może się zabrać do konstrukcji prototypu, ale potrzebował asystenta, najlepiej doktoranta z doświadczeniem inżynierskim. Pewnego dnia usłyszał od kolegi z wydziału: „Mam kogoś dla ciebie”. W ten oto sposób zaczęła się jego współpraca z Cliffordem Berrym, który podobnie jak Atanasoff był synem elektrotechnika samouka³⁵.

Maszyna Atanasoffa została zaprojektowana w jednym celu: miała rozwiązywać układy równań liniowych. Mogła obsłużyć do dwudziestu dziewięciu zmiennych. Na każdym kroku przetwarzała dwa równania i eliminowała jedną zmienną, po czym drukowała nowe postaci równań w postaci binarnej na specjalnych kartach perforowanych o rozmiarze mniej więcej 20 na 27 centymetrów. Zestaw kart z uproszczonymi równaniami wprowadzano następnie ponownie w celu wyeliminowania kolejnej zmiennej. Był to dość pracochłonny proces. Maszyna (kiedy już udało się ją zmusić do poprawnego działania) potrzebowała prawie tygodnia, by rozwiązać układ dwudziestu dziewięciu równań. Mimo wszystko był to krok naprzód, bo ludzie posługujący się biurkowymi kalkulatorami spędzali nad takim układem dziesięć tygodni albo i więcej.

Atanasoff zaprezentował prototyp pod koniec 1939 roku. W nadziei, że zdobędzie fundusze na budowę pełnowymiarowego komputera, przygotował trzydziestopięciostronicowy opis projektu, który następnie kilkakrotnie przekalkował na maszynie do pisania. Zaczynał się on od słów: „Nadrzędnym celem tego dokumentu jest opis budowy i możliwości maszyny obliczeniowej zaprojektowanej w głównej mierze do rozwiązywania dużych układów równań liniowych”. Niejako w celu zapobieżenia krytyce, że to ograniczone zastosowanie dla tak dużego

urządzenia, Atanasoff przedstawił długą listę zajęć wymagających rozwiązywania takich równań: „dopasowywanie krzywych [...] obliczenia związane z oscylacją [...] analiza obwodów elektrycznych [...] struktury elastyczne”. Na koniec wypisał szczegółowo wszystkie przewidywane wydatki, które składały się na potężną sumę 5330 dolarów. Pieniądze ostatecznie otrzymał od pewnej prywatnej fundacji³⁶. Jedną kopię dokumentacji przesłał też do Chicago, do biura zatrudnianego przez uniwersytet rzecznika patentowego. Ten jednak całkowicie zaniedbał swoje obowiązki i nie złożył ani jednego wniosku, czym zapoczątkował kilkadziesiąt lat kontrowersji i konfliktów prawnych.

We wrześniu 1942 roku Atanasoff dysponował niemal kompletnym pełnowymiarowym egzemplarzem swojej maszyny. Miał on rozmiary biurka i zawierał prawie trzysta lamp próżniowych. Cechował się jednak pewną wadą: mechanizm wypalania dziur w kartach perforowanych od początku nie chciał działać poprawnie, a na uczelni brakowało inżynierów i konstruktorów maszyn, do których Atanasoff mógłby się zwrócić o pomoc.

Konstrukcja zatrzymała się na tym etapie. Atanasoff został wcielony do marynarki i wysłany do Waszyngtonu do pracy w biurze projektującym broń. Zajmował się tam minami z zapalnikami akustycznymi, a później uczestniczył w testach atomowych w okolicach atolu Bikini. Mimo porzucenia komputerów na rzecz uzbrojenia pozostał płodnym wynalazcą i zdobył trzydzieści patentów, między innymi na trał przeciwminowy. Przez cały ten czas jego prawnik z Chicago nie przypomniał sobie, że ma złożyć wniosek o patent na komputer.

Komputer Atanasoffa mógł stanowić ważny kamień milowy, jednak zarówno w praktyce, jak i w przerośni trafił na śmietnik historii. Niemal działającą wersję maszyny umieszczono w magazynie w piwnicy Wydziału Fizyki Iowa State University, a ledwie kilka lat później nikt już nie pamiętał, do czego służyła. W 1948 roku zajmowane przez nią miejsce okazało się potrzebne na coś innego, więc maszyna została rozłożona przez

doktoranta, który nie zdając sobie sprawy, z czym ma do czynienia, wyrzucił większość części³⁷. Początkowo piszący o historii komputeryzacji prawie nie wspominali o Atanasoffie.

Nawet gdyby działał poprawnie, komputer Atanasoffa miałby ograniczone możliwości. Lampowy układ arytmetyczny obliczenia wykonywał błyskawicznie, ale musiał czekać na ślimaczo powolną, mechanicznie napędzaną pamięć. Niebywałe przestoje generował też wadliwy system wypalania dziur w kartach perforowanych. Komputer ten nie był więc ani nowoczesny, ani szybki; żeby można było tak o nim powiedzieć, musiałby być w całości elektroniczny. Musiałby też dać się programować, a taką możliwością również nie dysponował, bo został zbudowany wyłącznie w jednym celu: miał rozwiązywać równania liniowe.

Atanasoff ma dziś wielu zagorzałych zwolenników, prawdopodobnie właśnie dlatego, że był samotnym majsterkowiczem, który pracował w piwnicy, wspierany wyłącznie przez młodego pomagiera, Clifforda Berry'ego. Jego historia powinna jednak służyć jako przestroga, by nie idealizować samotników. Podobnie jak Babbage, który z jednym jedynym asystentem mozolił się w swoim małym warsztacie, Atanasoff nigdy nie doprowadził swojej maszyny do stanu pełnej używalności. W Bell Labs, wśród roju techników, inżynierów i serwisantów, bądź na uniwersytecie z poważnym zapleczem akademickim, prawie na pewno znalazłby się ktoś z pomysłem, jak doprowadzić do ładu drukarkę kart i inne zawodne podzespoły komputera. Co więcej, powołanie Atanasoffa do marynarki w 1942 nie przerwałoby prac nad maszyną. Na miejscu zostałby zespół zdolny wprowadzić ostatnie poprawki albo chociaż zapamiętać, co konstruował.

Ponieważ los bywa złośliwy, tym, co uchroniło Atanasoffa przed relegacją na historyczny margines, było zdarzenie, które później wspominał z wielką urazą. W czerwcu 1941 odwiedziła go jedna z tych osób, które zamiast męczyć się w izolacji od innych ludzi, uwielbiały odwiedzać nowe miejsca, podchwytywać pomysły i pracować z zespołem. Wizyta Johna Mauchly'ego w Iowa stała się później źródłem kosztownych pozwów,

przykrych oskarżeń i konkurencyjnych wersji wydarzeń. Uratowała jednak Atanasoffa przed zapomnieniem i popchnęła rozwój komputerów.

John Mauchly

Na początku XX wieku w Stanach Zjednoczonych wykształciła się – podobnie jak wcześniej w Wielkiej Brytanii – klasa naukowców dżentelmenów, którzy zbierali się w klubach podróżniczych o ścianach wyłożonych boazerią oraz innych najwyższej klasy lokalach i tam wymieniali się pomysłami, słuchali wykładów i organizowali wspólne projekty. W takim właśnie świecie wychował się John Mauchly. Jego ojciec, fizyk, był dyrektorem działu badawczego na Wydziale Magnetyzmu Ziemskiego waszyngtońskiego Instytutu Carnegiego – najważniejszej amerykańskiej fundacji na rzecz rozwoju i upubliczniania nauki. Mauchly senior specjalizował się w pomiarach atmosferycznych ładunków elektrycznych i badaniu ich wpływu na pogodę. Zajęcie to wymagało skoordynowanej współpracy z badaczami z miejsc tak odległych jak Grenlandia czy Peru³⁸.

W okresie dorostania, spędzonym w Chevy Chase na przedmieściach Waszyngtonu, John nasiąkł atmosferą rozwijającego się tam środowiska naukowego. „Odnosiło się wrażenie, że praktycznie wszyscy naukowcy z Waszyngtonu mają domy w Chevy Chase – chwalił się. – Mieszkał niedaleko nas dyrektor Wydziału Miar i Wag Biura Standaryzacji. Dyrektor Wydziału Komunikacji Radiowej zresztą też”. Do sąsiadów Mauchly’ego należał również szef Instytutu Smithsona. John spędził wiele weekendów, pomagając ojcu wykonywać obliczenia na biurkowym sumatorze, przez co zaczął się pasjonować meteorologią i rządzącymi nią danymi. Zakochał się też w elektryce. Połączył domy swoich znajomych interkomem i nauczył się budować zdalnie sterowane urządzenia do odpalania fajerwerków podczas imprez. „Jednym przyciskiem mogłem odpalić fajerwerki z dwudziestu metrów”. W wieku czternastu lat już zarabiał, naprawiając instalacje elektryczne sąsiadów³⁹.

Po rozpoczęciu nauki na Uniwersytecie Johnsa Hopkinsa Mauchly zapisał się do specjalnego programu, który pozwalał nadzwyczaj uzdolnionym studentom rozpocząć badania doktoranckie zaraz po ukończeniu studiów pierwszego stopnia. Jego dysertacja doktorska ze spektroskopii w zakresie światła widzialnego łączyła w sobie piękno, eksperymenty i ciekawą teorię. „Trzeba znać trochę teorii, żeby zrozumieć, o co chodzi w danym paśmie widmowym, ale żeby cokolwiek zrobić, trzeba też mieć fotografie tego widma, a czemu ktoś miałby je robić za ciebie? – opowiadał. – Trzeba sobie jakoś radzić. Nabrałem więc niezłej wprawy w dmuchaniu szkła, przygotowywaniu próżni, szukaniu nieszczelności itd.”⁴⁰.

Mauchly był człowiekiem o ujmującej osobowości i wspaniałej zdolności (oraz chęci) tłumaczenia różnych rzeczy, więc niejako naturalną kolejną rzeczą został profesorem. W czasach wielkiego kryzysu trudno było o dobre stanowisko akademickie, ale udało mu się zdobyć posadę w Ursinus College, mniej więcej godzinę jazdy na północny zachód od Filadelfii. „Byłem tam jedynym nauczycielem fizyki” – opowiadał⁴¹.

Jedną z cech, które najbardziej rzucały się w oczy w usposobieniu Mauchly’ego, było czerpanie radości z dzielenia się pomysłami – co zwykle robił z szerokim uśmiechem i pewnym rozmachem. Jako nauczyciel cieszył się więc wielką sympatią. „Uwielbiał rozmawiać i dopracowywał wiele swoich pomysłów w trakcie dyskusji – wspomina jeden z jego dawnych współpracowników. – John uwielbiał wszelkie okazje towarzyskie, lubił dobrze zjeść i wypić. Lubiał towarzystwo kobiet, atrakcyjnych młodych osób i wszelkich inteligentnych i niecodziennych ludzi”⁴². Niebezpiecznie było zadawać mu pytania, bo umiał rozmawiać rzeczowo i z pasją na niemal każdy temat, od teatru, przez literaturę po fizykę.

Przed studentami Mauchley popisywał się zdolnościami aktorskimi. Zasadę zachowania momentu pędu wyjaśniał, kręcąc się w miejscu z wyciągniętymi rękami, które następnie przyciągał do ciała, a koncepcję akcji i reakcji przedstawiał, wychylając się na zmianę do przodu i do tyłu na samodzielnie skonstruowanej deskorolce (raz przewrócił się podczas

wykonywania tej sztuczki i złamał rękę). Ludzie jeździli dziesiątki kilometrów, żeby obejrzeć jego zamykający semestr przedświąteczny wykład, który ze względu na nawał chętnych uczelnia przeniosła do największej auli. Mauchly przedstawiał na nim, jak wykorzystać różne narzędzia dostępne fizykom, w tym spektroskopię, do określenia zawartości zamkniętej paczki. Jak wspominała jego żona: „Mierzył ją. Ważył. Zanurzał w wodzie. Dźgał długą igłą”⁴³.

Na początku lat trzydziestych ubiegłego stulecia działalność naukowa Mauchly’ego odzwierciedlała jego dziecięcą fascynację meteorologią i dotyczyła głównie wpływu rozbłysków i plam słonecznych oraz ruchu obrotowego Słońca na długofalowe zjawiska pogodowe. Poszukiwał korelacji w zestawie danych zgromadzonych w toku dwudziestu lat pomiarów przez dwieście stacji meteorologicznych, który otrzymał od badaczy z Carnegie Institution i United States Weather Bureau (Biura Meteorologicznego Stanów Zjednoczonych). Od podupadających banków udało mu się tanio kupić (był wszak kryzys) używane kalkulatory biurkowe, a następnie zatrudnić poprzez utworzoną w ramach New Dealu National Youth Administration (Narodową Organizację Młodzieży) grupę młodych ludzi, którzy wykonywali dla niego obliczenia po pięćdziesiąt centów za godzinę⁴⁴.

Jak inni, których praca wymagała żmudnych kalkulacji, Mauchly pragnął wymyślić maszynę zdolną zastąpić człowieka. Stosownie do swojego towarzyskiego stylu pracy i zgodnie z innowatorską tradycją zaczął od sprawdzenia, co robią inni, i zastanowienia się, jak to wykorzystać. W 1939 roku udał się na wystawę światową w Nowym Jorku. W pawilonie IBM-u zwrócił uwagę na kalkulator elektryczny wykorzystujący karty perforowane, ale zdał sobie sprawę, że karty nie zapewniają prędkości potrzebnej do przetworzenia olbrzymiej ilości danych. Obejrzał też maszynę szyfrującą wiadomości za pomocą lamp próżniowych. Zainteresowało go, czy nie dałoby się wykorzystać lamp w innych obwodach logicznych. Zabrał studentów na wycieczkę do Swarthmore College, gdzie posługiwano się szczególnego rodzaju kalkulatorami

lampowymi do pomiaru jonizacji wywoływanej przez promienie kosmiczne⁴⁵. Zapisał się też na wieczorowy kurs elektroniki i zaczął eksperymentować z samodzielnie skleconymi obwodami, żeby zobaczyć, co jeszcze można zrobić przy użyciu lamp.

Na konferencji zorganizowanej w Dartmouth College we wrześniu 1940 roku Mauchly obejrzał demonstrację kalkulatora liczb zespolonych, którą prowadził sam jego twórca, George Stibitz z Bell Labs. Najbardziej ekscytującym aspektem pokazu było to, że komputer Stibitza znajdował się w budynku Bella na Dolnym Manhattanie, a z salą konferencyjną połączony był za pośrednictwem dalekopisu. Był to pierwszy w historii komputer używany zdalnie. Przez trzy godziny rozwiązywał zadania zgłaszane przez członków widowni, przy czym każde zajmowało mu około minuty. Wśród uczestników pokazu znajdował się Norbert Wiener, jeden z pionierów systemów informatycznych, który spróbował zagiąć maszynę Stibitza, zlecając jej podzielenie pewnej liczby przez zero. Komputer nie dał się jednak wpędzić w pułapkę. Gościem był też John von Neumann, wszechstronnie wykształcony geniusz węgierskiego pochodzenia, który już niedługo miał wspólnie z Mauchlym odegrać znaczącą rolę w rozwoju komputerów⁴⁶.

Kiedy wreszcie postanowił zbudować własny komputer lampowy, Mauchly zachował się jak na porządnego innowatora przystało i zaczerpnął inspirację z wiedzy, którą zgromadził w trakcie swoich podróży. Jako że Ursinus nie dysponował budżetem badawczym, Mauchly za część lamp zapłacił z własnej kieszeni, a resztę wydebilił od producentów, takich jak Supreme Instruments, do których wysyłał listy z prośbą o podarowanie podzespołów i deklaracją: „Zamierzam skonstruować elektryczną maszynę obliczeniową”⁴⁷. Przy okazji wizyty w Radio Corporation of America odkrył, że za przełączniki mogą też służyć lampy neonowe. Były wolniejsze, ale tańsze od lamp próżniowych, więc nabył potrzebną liczbę po osiem centów za sztukę. „Do listopada 1940 roku – opowiedziała później jego żona – Mauchly’emu udało się przetestować pewne elementy planowanego komputera i przekonać samego siebie, że da się zbudować

tanie, niezawodne, w pełni elektroniczne urządzenie cyfrowe”. Utrzymywała, że było to, zanim Mauchly w ogóle dowiedział się o istnieniu Atanasoffa⁴⁸.

Po koniec 1940 roku Mauchly przyznał się kilku znajomym do swoich planów. „Zastanawiamy się właśnie nad budową elektrycznej maszyny obliczeniowej – napisał w listopadzie do meteorologa, z którym kiedyś współpracował. – Wykonywałyby operacje z prędkością mniej więcej dwustu na sekundę, wykorzystując przekaźniki lampowe”⁴⁹. Mimo jowialnego charakteru i zapożyczenia pomysłów od wielu innych osób Mauchly zaczął na tym etapie okazywać większą chęć rywalizacji i zostania twórcą nowego rodzaju komputera. W grudniu napisał do jednego ze swoich byłych studentów: „Planuję mieć do dyspozycji mniej więcej w ciągu roku, o ile uda mi się pozyskać i zmontować wszystko co trzeba, elektroniczną maszynę obliczeniową. [...] Zachowaj to dla siebie, bo w tym roku nie zdążyłem zdobyć potrzebnego sprzętu, a chciałbym »być pierwszy«”⁵⁰.

Tego samego miesiąca – w grudniu 1940 roku – Mauchly przypadkiem poznał Atanasoffa. Zapoczątkowało to serię zdarzeń, które stały się podstawą do wieloletnich dyskusji na temat tego, jak bardzo skłonność Mauchly’ego do gromadzenia informacji z różnych źródeł wiązała się z jego potrzebą „bycia pierwszym”. Atanasoff brał udział w konferencji na Uniwersytecie Pensylwanii i tak się złożyło, że wpadł na zebranie, na którym Mauchly wyraził nadzieję, że uda mu się zbudować maszynę do analizy danych meteorologicznych. Atanasoff podszedł do niego wtedy i powiedział, że od jakiegoś czasu buduje elektroniczny kalkulator w swoim laboratorium na ISU. Mauchly zanotował sobie na programie konferencji, że Atanasoff opowiedział mu, jakoby wynalazł maszynę zdolną przechowywać i przetwarzać dane kosztem ledwie dwóch dolarów za cyfrę. (Maszyna Atanasoffa mogła obsłużyć do trzech tysięcy cyfr i kosztowała mniej więcej sześć tysięcy dolarów). Mauchly’ego zachwyciła ta informacja. Z jego wcześniejszych wyliczeń wynikało, że komputer

lampowy będzie kosztował prawie trzynaście dolarów za cyfrę. Powiedział więc Atanasoffowi, że bardzo chciałby zobaczyć, jak to osiągnął, a ten zaprosił go do Iowa.

Przez pierwszą połowę 1941 roku Mauchly korespondował z Atanasoffem i nie mógł się nadziwić, jak to możliwe, że jego maszyna była tak tania. „Koszt poniżej dwóch dolarów za cyfrę wydaje się prawie niemożliwy, a jednak tak zrozumiałem to, co mi powiedziałaś – pisał. – Początkowo Twoja propozycja, bym odwiedził Iowa, wydała mi się dość szalona, teraz jednak coraz bardziej ku temu się skłaniam”. Atanasoff zachęcał go do przyjazdu: „Jeśli ma Cię to przekonać, to obiecuję, że wyjaśnię zagadkę tych dwóch dolarów za cyfrę”⁵¹.

Wizyta Mauchly’ego u Atanasoffa

Owa brzemienna w skutki wizyta miała miejsce w czerwcu 1941 roku i trwała cztery dni⁵². Mauchly przyjechał z Waszyngtonu późnym wieczorem w piątek 13 czerwca. Towarzyszył mu sześciolatek syn Jimmy. Było to przed umówionym terminem, więc pojawienie się gościa zaskoczyło żonę Atanasoffa, Lurę, która nie przygotowała jeszcze pokoju gościnnego. „Musiałam biegać po całym domu, wejść na strych, wyjąć dodatkowe poduszki i w ogóle” – wspominała później⁵³. Goście przyjechali głodni, więc trzeba też było zrobić im kolację. Na koniec zaś okazało się, że Mauchly oczekuje, iż Lura zajmie się Jimmym, choć Atanasoffowie mieli na głowie trójkę własnych dzieci. Nic więc dziwnego, że Mauchly nie przypadł jej do gustu. „Nie wydaje mi się, żeby ten człowiek był uczciwy” – powiedziała w pewnej chwili mężowi⁵⁴.

W odróżnieniu od żony, która uważała, że jest zbyt ufny, Atanasoff nie mógł się doczekać, kiedy pochwali się połowicznie zbudowaną maszyną. Lura próbowała go ostrzec: „Póki to nie jest opatentowane, musisz być ostrożny”. Atanasoff nie przejmował się jednak i zabrał Mauchly’ego, żonę i dzieci do piwnicy budynku Wydziału Fizyki. Z dumą ściągnął pokrowiec z wynalazku, który konstruowali z Berrym.

Kilka rzeczy zrobiło na Mauchlym wrażenie. Pamięć kondensatorowa była genialnym i ekonomicznym rozwiązaniem, podobnie jak pomysł Atanasoffa, by umieścić ją w obrotowych bębnach umożliwiającym cosekundowe odświeżanie. Mauchly rozważał na początku wykorzystanie kondensatorów zamiast droższych lamp próżniowych i zaimponował mu sposób, w jaki Atanasoff urzeczywistnił ten pomysł. Przy okazji wyjaśniło się, jakim cudem każda cyfra pamięci operacyjnej kosztowała Atanasoffa tylko dwa dolary. Po zapoznaniu się z trzydziestopięciostronicowym dokumentem szczegółowo opisującym maszynę i sporządzeniu notatek Mauchly zapytał, czy mógłby zabrać jedną kopię ze sobą. Na to już Atanasoff się nie zgodził, bo nie tylko nie miał więcej kopii (było to przed wynalezieniem kserokopiarek), ale i zaczął się martwić, że Mauchly chłonie za dużo informacji⁵⁵.

W rzeczywistości jednak większość tego, co zobaczył w Ames, wydała się Mauchly'emu mało ciekawa. Tak przynajmniej twierdził pytany w późniejszych latach. Podstawową wadą maszyny Atanasoffa było zastosowanie elementów mechanicznych. Bębnowa pamięć kondensatorowa pozwoliła oszczędzić pieniądze, ale sprawiła, że obliczenia odbywały się bardzo powoli. „Jego maszyna wydała mi się bardzo pomysłowa, ale z racji tego, że miała elementy mechaniczne, w tym obrotowe komutatory do przełączania niektórych obwodów, nie miała nic wspólnego z tym, co sam miałem na myśli – wspominał Mauchly. – Kiedy to odkryłem, przestałem się interesować szczegółami”. Później, w zeznaniu złożonym podczas postępowania w obronie swoich patentów, Mauchly określił półmechaniczny charakter komputera Atanasoffa jako „dość drastyczne rozczarowanie”, a samą maszynę wyśmiał jako „mechaniczny gadżet wykorzystujący do działania niewielką liczbę lamp elektronowych”⁵⁶.

Drugim źródłem zawodu, jak utrzymywał później Mauchly, była jednofunkcyjność maszyny Atanasoffa. Nie dało się jej przeprogramować ani skonfigurować do wykonywania innych zadań: „[Atanasoff] nie poczynił żadnych kroków, które pozwalałyby wykorzystać tę maszynę

w celu innym niż ten jeden, konkretny, którym było rozwiązywanie układów równań liniowych”⁵⁷.

Mauchly wyjechał więc z Iowa nie tyle z przełomową koncepcją komputera, ile z garścią pomniejszych spostrzeżeń, które dodał do koszyka pomysłów zbieranych, świadomie lub nie, na konferencjach, targach i podczas wizyt u kolegów po fachu. „Pojechałem do Iowa z podobnym nastawieniem jak chociażby na wystawę światową – zeznał. – Interesowało mnie, czy było tam coś, co mogłoby przyspieszyć moje albo czyjekolwiek obliczenia”⁵⁸.

Jak większość ludzi, Mauchly zapamiętywał po prostu strzępki interesującej go wiedzy z najróżniejszych doświadczeń, rozmów i obserwacji. Po wizytach w Swarthmore, Dartmouth, Bell Labs, RCA, na wystawie światowej, w piwnicy ISU i w wielu innych miejscach zebrał to wszystko w myślach w szereg pomysłów, które uznał za własne. „Nowe pomysły przychodzą do głowy nagle i w sposób niejako intuicyjny – powiedział kiedyś Einstein – intuicja ta jednak jest niczym innym, jak skutkiem wcześniejszych doświadczeń intelektualnych”. Dla każdego, kto szuka inspiracji u innych, a następnie łączy te strzępki natchnienia w całość, jest niejako naturalne, by uważać tak powstałe pomysły za swoje. I dobrze, bo naprawdę takie są. Każda nowa koncepcja jest wypadkową poprzednich. Mauchly uważał się więc za autora swojej wizji komputera, a nie za zbieracza czy wręcz złodzieja cudzych pomysłów. I mimo tego, co orzekł później sąd, miał w dużej mierze rację, chyba że uznamy, że nikt nie ma prawa uważać się za właściciela tego, co przychodzi mu do głowy. Prawo patentowe może tego nie dostrzega, ale kreatywność zawsze bazowała na cudzych osiągnięciach.

W odróżnieniu od Atanasoffa Mauchly miał możliwość – i chęć – współpracy z grupą ludzi o najróżniejszych talentach. W rezultacie zamiast stworzyć nie do końca działającą maszynę skazaną na porzucenie w piwnicy, zapisał się w historii jako członek zespołu, który wynalazł pierwszy elektroniczny komputer ogólnego przeznaczenia.

Podczas przygotowań do powrotu z Iowa Mauchly otrzymał przyjemną wiadomość. Przyjęto go na kurs elektroniki na Uniwersytecie Pensylwanii – jeden z wielu sponsorowanych przez Departament Wojny^y ze względu na szczególne okoliczności. Mauchly zapisał się nań, żeby mieć okazję nauczyć się więcej o elektronice i lampach próżniowych, w oparciu o które, jak był już wtedy przekonany, najrozsądniej jest zbudować komputer. Istnienie tych kursów stanowi też dowód tego, jak ważny dla innowacji w erze cyfrowej był udział wojska.

W trakcie kursu, który odbył się latem 1941 roku i trwał dziesięć tygodni, Mauchly miał okazję popracować na jednej z wersji analizatora różniczkowego, czyli komputera analogowego zaprojektowanego w MIT przez Vannevara Busha. Doświadczenie to jeszcze wzmocniło jego pragnienie zbudowania własnego komputera. Dało mu też do zrozumienia, że w miejscu pokroju Uniwersytetu Pensylwanii miałyby do dyspozycji znacznie większe środki niż w Ursinucie. Z tym większą radością przyjął propozycję objęcia stanowiska wykładowcy, którą otrzymał od tego uniwersytetu pod koniec lata.



Howard Aiken (1900–1973) na Harvardzie, rok 1945



John Mauchly (1907–1980) około 1945 roku



J. Presper Eckert (1919–1995) około 1945 roku



Eckert (dotyka maszyny), Mauchly (przy kolumnie), Jean Jennings (z tyłu) i Herman Goldstine (obok Jennings) przy ENIAC-u, 1946 rok

Mauchly chciał się pochwalić Atanasoffowi nową pracą, więc napisał do

niego list. Zawarł w nim też wzmianki o planie, który wyprowadził Atanasoffa z równowagi. „Przyszedł mi ostatnio do głowy szereg różnych pomysłów dotyczących obwodów obliczeniowych: niektóre mniej lub bardziej hybrydowe, łączące Twoje metody z innymi, a inne zupełnie niezwiązane z Twoją maszyną – napisał szczerze Mauchly. – Mam więc następujące pytanie: czy miałbyś coś przeciwko temu, bym zbudował komputer wykorzystujący pewne rozwiązania z Twojej maszyny?”⁵⁹ Do dziś nie wiadomo, czy było to rzeczywiście niewinne pytanie, czy Mauchly tylko udawał. Z treści listu, podobnie jak z późniejszych wyjaśnień i zeznań, trudno cokolwiek wywnioskować.

Niezależnie od intencji Mauchly’ego list zdenerwował Atanasoffa, któremu wciąż nie udało się zmusić uczelnianego prawnika do złożenia choćby jednego wniosku patentowego. Kilka dni później wystosował więc dość opryskliwą odpowiedź: „Nasz prawnik podkreślił, by zachować ostrożność w rozprzestrzenianiu informacji na temat urządzenia do czasu złożenia wniosku patentowego. Nie powinno to zająć długo, a poza tym, rzecz jasna, nie żałuję, że pokazałem Ci nasze urządzenie. Sytuacja wymaga jednak, byśmy na razie nie upubliczniali żadnych szczegółów”⁶⁰. Co niesamowite, nawet ta wymiana korespondencji nie skłoniła ani Atanasoffa, ani jego prawnika do natychmiastowego złożenia dokumentów.

Mauchly z kolei spędził jesień 1941 roku, przekuwając swoje pomysły w projekt komputera, który, jak słusznie uważał, czerpał z najróżniejszych źródeł i prawie nie przypominał dzieła Atanasoffa. W trakcie letniego kursu elektroniki poznał idealnego partnera do swojego przedsięwzięcia: doktoranta z typową dla perfekcjonisty pasją do mechaniki precyzyjnej, który tak doskonale znał się na elektronice, że odgrywał rolę instruktora podczas zajęć, na które uczęszczał Mauchly, choć był od niego dwanaście lat młodszy (miał dwadzieścia dwa lata) i nie posiadał stopnia naukowego.

J. Presper Eckert

John Adam Presper Eckert junior, oficjalnie znany jako J. Presper Eckert,

a wśród znajomych jako Pres, był jedynym dzieckiem pewnego dewelopera budowlanego i milionera z Filadelfii⁶¹. Jego pradziadek, Thomas Mills, wynalazł maszyny do produkcji ciągnących się cukierków salt water taffy, z których słynie Atlantic City, i, co równie ważne, założył firmę, która je produkowała i sprzedawała. W dzieciństwie Eckert był wożony przez rodzinnego szofera do szkoły William Penn, prywatnej placówki, której historia sięga 1689 roku. Sukces osiągnął jednak nie dzięki pochodzeniu, lecz za sprawą własnego talentu. W wieku dwunastu lat wygrał miejski konkurs naukowy, prezentując system radiowego sterowania modelami łodzi wykorzystujący magnesy i potencjometry. Jako czternastolatek wpadł zaś na innowacyjny pomysł, by podłączyć domofony w jednym z budynków ojca bezpośrednio do sieci elektrycznej, co pozwoliło zrezygnować z kłopotliwych baterii⁶².

W liceum Eckert zachwycił kolegów z klasy wynalazkami i zarabiał, konstruując radia, wzmacniacze i systemy nagłaśniające. Filadelfia, miasto Benjamina Franklina, była wtedy ważnym ośrodkiem elektroniki, co pozwoliło mu spędzić trochę czasu w pracowni badawczej Philo Farnswortha, jednego z ojców telewizji. W rezultacie pragnął rozpocząć studia w MIT, gdzie zresztą go przyjęto, ale rodzice nie zgodzili się, żeby wyjechał. Udając, że ponieśli straty finansowe na skutek kryzysu, przekonali go, by złożył podanie do Penn i wciąż mieszkał z nimi. Eckertowi udało się zbuntować przeciwko jednemu: odmówił studiowania ekonomii. Zamiast tego poszedł na kierunek, który interesował go bardziej: elektrotechnikę. W ten to sposób trafił do słynnej Moore School of Electrical Engineering.

Szczytowym osiągnięciem towarzyskim Eckerta w Penn było skonstruowanie urządzenia, które nazwał „oskulometrem” (od łacińskiego słowa oznaczającego usta), umożliwiającego rzekomo pomiar namiętności i romantycznego ładunku pocałunków. Para ścisnęła rączki aparatu, po czym zaczęła się całować, zamykając tym samym obwód elektryczny. W odpowiedzi zapalał się rząd żarówek. Jeśli pocałunek był naprawdę namiętny, rozpalało się wszystkie dziesięć żarówek i rozlegało wycie

syreny. Co sprytniejsi uczestnicy zabawy zdawali sobie sprawę, że mokre pocałunki i spocone dłonie poprawiały przewodzenie w układzie⁶³. Eckert wynalazł też urządzenie, które wykorzystywało światło modulowane do zapisywania dźwięku na taśmie filmowej. Udało mu się je opatentować w wieku dwudziestu jeden lat, jeszcze przed ukończeniem studiów licencjackich⁶⁴.

Pres Eckert charakteryzował się szeregiem dziwactw. Rozpierała go nerwowa energia, a zamknięty w pomieszczeniu nie umiał usiedzieć na miejscu, obgryzał paznokcie i biegał wte i wewte. Czasami, kiedy nad czymś rozmyślał, wchodził na biurko. Nosił przy sobie łańcuszek, który odczepił od zegarka, i miętosił jego ogniwa między palcami niczym paciorki różańca. Miał skłonność do wybuchów gniewu, które szybko przeradzały się w uśmiech. Oczekiwał od wszystkich perfekcji, co odziedziczył po ojcu, który miał zwyczaj kontrolować place budowy z dużym opakowaniem kredek i wypisywać polecenia dla każdego robotnika innym kolorem. „Był perfekcjonistą i pilnował, żeby zrobić wszystko dobrze – opowiadał Eckert. – Ale tak naprawdę miał też mnóstwo uroku. Większość rzeczy ludzie robili dla niego z przekonaniem”. Eckert był inżynierem z krwi i kości, ale uważał, że ludzie tacy jak on i fizycy tacy jak Mauchly muszą się dopełniać. „Fizyk to ktoś, komu zależy na dotarciu do prawdy – opowiadał później. – Inżynier to ktoś, komu zależy na zrobieniu tego, co jest do zrobienia”⁶⁵.

ENIAC

Wojna mobilizuje naukę. Od niepamiętnych czasów, od kiedy starożytni Grecy zbudowali pierwszą katapultę, a Leonardo da Vinci służył Cesare Borgii jako inżynier wojskowy, potrzeby walczących napędzały postęp technologiczny. W żadnym okresie nie uwidoczniło się to tak bardzo jak w połowie XX wieku. Wiele niebywałych osiągnięć tej epoki – komputery, rozszczepienie atomu, radar, internet – wykluło się z projektów wojskowych.

W grudniu 1941 roku Ameryka włączyła się do drugiej wojny światowej, co zapewniło impuls do sfinansowania maszyny projektowanej przez Mauchly'ego i Eckerta. Uniwersytet Pensylwanii i Departament Uzbrojenia Armii, którego siedzibą był poligon doświadczalny w Aberdeen, otrzymały zadanie przygotowywania książeczek z tabelami strzelniczymi dla artylerii wysyłanej do Europy. Do poprawnego celowania potrzebne były listy nastaw uwzględniających mnóstwo czynników, w tym temperaturę, wilgotność, prędkość wiatru, wysokość nad poziomem morza i rodzaj prochu.

Sporządzenie tabel dla jednej kategorii pocisku wystrzeliwanego z jednego rodzaju działa mogło wymagać obliczenia trzech tysięcy trajektorii, co oznaczało konieczność rozwiązania trzech tysięcy układów równań różniczkowych. Pracę tę wykonywano w dużej mierze na analizatorach różniczkowych wynalezionych przez Vannevara Busha. Obliczenia maszynowe uzupełniała praca ponad stu siedemdziesięciu osób nazywanych „komputerami”, które rozwiązywały równania, posiłkując się sumatorami biurkowymi. Rachmistrzami tymi były głównie kobiety po studiach matematycznych, które w całym kraju rekrutowała armia. Mimo tego wysiłku przygotowanie jednej tablicy potrafiło zająć ponad miesiąc. Latem 1942 roku nie dało się już uciec od faktu, że praca posuwała się z rosnącym tygodniem w tydzień opóźnieniem, przez które część amerykańskiej artylerii nie mogła prowadzić skutecznego ostrzału.

W sierpniu 1942 roku Mauchly przesłał armii pismo z propozycją rozwiązania tego problemu. Posunięcie to zmieniło historię komputerów. Pismo Mauchly'ego, którego tytuł brzmiał *The Use of High Speed Vacuum Tube Devices for Calculating* („Szybkie urządzenia oparte na lampach próżniowych jako narzędzia do obliczeń”), zawierało prośbę o przeznaczenie funduszy na maszynę, którą miał nadzieję zbudować z Eckertem: cyfrowy komputer elektroniczny wykorzystujący lampy próżniowe, który mógłby rozwiązywać równania różniczkowe, a także inne zadania matematyczne. „Prędkość obliczeń może ogromnie wzrosnąć, jeśli zacznie się do nich stosować urządzenia wykorzystujące techniki

elektroniczne” – argumentował. Oceniał, że czas kalkulacji toru lotu pocisku wyniesie około „stu sekund”⁶⁶.

Władze Uniwersytetu Pensylwanii zignorowały pismo Mauchly’ego, ale dowiedział się o nim przydzielony uczelni oficer amerykańskiej armii – dwudziestodziewięcioletni porucznik (wkrótce kapitan) Herman Goldstine, który w cywilu był profesorem matematyki na Uniwersytecie Michigan. Misją Goldstine’a było przyspieszenie produkcji tabel strzeleckich. W tym celu wysłał żonę Adele, również matematyczkę, w trasę przez kraj z zadaniem zwerbowania większej liczby kobiet do batalionów ludzkich „komputerów” stacjonujących na uniwersytecie w Pensylwanii. Po przeczytaniu pisma Mauchly’ego Goldstine nabrał przekonania, że istnieje lepsze rozwiązanie niż taka masowa rekrutacja.

Departament Wojny Stanów Zjednoczonych podjął decyzję o przekazaniu funduszy na budowę komputera elektronicznego 9 kwietnia 1943 roku. Mauchly i Eckert pracowali nad wnioskiem całą noc, ale i tak nie zdążyli go skończyć, zanim zajęli miejsca w samochodzie Goldstine’a, który miał ich zawieźć na oddalony o dwie godziny jazdy poligon w Aberdeen. Podczas gdy w Maryland oczekiwali na nich decydenci Departamentu Uzbrojenia, Mauchly i Eckert jechali na tylnym siedzeniu samochodu i uzupełniali dokumentację. Po dotarciu do Aberdeen kontynuowali pracę w przydzielonym pokoiku, natomiast Goldstine udał się do sali obrad. Komisji przewodził Oswald Veblen, dyrektor Instytutu Badań Zaawansowanych Uniwersytetu Princeton, który doradzał wojsku przy projektach związanych z matematyką. Obecny był też dyrektor Ballistic Research Laboratory (Laboratorium Badań Balistycznych) US Army, pułkownik Leslie Simon. Goldstine tak wspomina, co zaszło: „Veblen wysłuchał kilku minut mojej prezentacji, cały czas kołysząc się na krześle, po czym nagle trzasnął przednimi nogami krzesła o podłogę, wstał i stwierdził: »Simon, dajcie Goldstine’owi te pieniądze«. Zaraz potem opuścił salę i zebranie skończyło się dla nas bardzo dobrze”⁶⁷.

Mauchly i Eckert włączyli aspekty swojego podania do artykułu, który

zatytułowali *Report on an Electronic Diff. Analyzer* („Sprawozdanie z prac nad elektronicznym analizatorem różn.”). Użycie skrótu „różn.” było podyktowane ostrożnością: mógł on sugerować „różnicowość”, co odzwierciedlało cyfrowy charakter proponowanego urządzenia, jak i „różniczkowość”, co opisywało rodzaj równań, które maszyna miała obliczać. Szybko zresztą wynalazek otrzymał łatwiejszą do zapamiętania nazwę: ENIAC, co było skrótem od Electronic Numerical Integrator and Computer (Elektroniczny, Numeryczny Integrator i Komputer). Choć głównym przeznaczeniem ENIAC-a było rozwiązywanie równań różniczkowych, które miały kluczowe znaczenie dla obliczania trajektorii pocisków, Mauchly napisał, że można go wyposażyć w „urządzenie programujące”, które pozwoliłoby mu wykonywać inne zadania. Mógł więc, innymi słowy, pełnić funkcję komputera bardziej ogólnego zastosowania⁶⁸.

Budowa ENIAC-a ruszyła w czerwcu 1943 roku. Mauchly, któremu pozwolono dalej prowadzić zajęcia akademickie, odgrywał rolę konsultanta i wizjonera. Goldstine jako reprezentant US Army nadzorował poczynania i budżet. Eckert zaś ze swoim uwielbieniem do szczegółów i perfekcji został głównym konstruktorem. Poświęcił się projektowi do tego stopnia, że czasami sypiał obok powstającej maszyny. Pewnego razu dwójka inżynierów spłatała mu figła: delikatnie unieśli łóżko polowe, na którym spał, i przetransportowali je do identycznego pokoju znajdującego się piętro wyżej. Rano Eckert na moment przeraził się, że ktoś ukradł jego komputer⁶⁹.

Eckert wiedział, że nawet najlepsze koncepcje wymagają precyzyjnej realizacji (to coś, czego Atanasoff musiał nauczyć się na swoich błędach), więc nie wstydził się wtykać nosa w najróżniejsze drobiazgi. Zaglądał przez ramię innym konstruktorom i doradzał, gdzie przylutować złączkę albo wygiąć przewód. „Analizowałem pracę wszystkich inżynierów i sprawdzałem obliczenia do każdego rezystora, który trafił do maszyny, żeby mieć pewność, iż wszystko jest zrobione poprawnie” – zapewniał. Nie mógł zdzierżyć ludzi, którzy machali ręką na sprawy, które im wydawały

się trywialne. „Życie jest wielkim zbiorem trywialnych spraw – stwierdził pewnego razu. – A komputer w szczególności jest niczym innym, jak ogromnym zbiorem trywialnych spraw”⁷⁰.

Eckert i Mauchly byli bardzo typową dla ery cyfrowej parą liderów pod tym względem, że stanowili dla siebie przeciwwagę. Eckert ze swoją żądzą precyzji dopingował ludzi do lepszej pracy, Mauchly zaś kołował nerwy i sprawiał, że ekipa czuła się doceniana. „Wygłupiał się i żartował ze wszystkimi – wspominał Eckert. – Miał ujmujący charakter”. Co więcej, Eckert, u którego umiejętności techniczne łączyły się z hiperaktywnością i niezdolnością do dłuższego skupiania uwagi, bardzo potrzebował intelektualnego powiernika swoich pomysłów, a Mauchly uwielbiał odgrywać tę rolę. Choć nie posiadał wykształcenia stricte technicznego, Mauchly dysponował inspirującą zdolnością dostrzegania, jak teoria może pomóc w realizacji praktycznych rozwiązań. „Połączyliśmy siły i to zrobiliśmy, i nie wydaje mi się, by którykolwiek z nas mógł osiągnąć to samo na własną rękę” – przyznał później Eckert⁷¹.

ENIAC był urządzeniem cyfrowym, ale różnił się od dzisiejszych komputerów tym, że nie działał w systemie binarnym (wykorzystującym tylko zera i jedynki), lecz dziesiętnym. Mimo to był krokiem do przodu w porównaniu z maszynami Atanasoffa, Zusego, Aikena i Stibitza. Obsługa rozgałęziania warunkowego (funkcjonalności opisanej przed stu laty przez Adę Lovelace) pozwalała mu przeskakiwać pomiędzy liniami programu w odpowiedzi na przejściowe wyniki. Miał też możliwość repetycji segmentów kodu, tak zwanych podprogramów, wykonujących najczęściej wykorzystywane zadania. „Mogliśmy korzystać z podprogramów i podprogramów w podprogramach” – wyjaśnił Eckert, który wspominał też, że kiedy Mauchly zaproponował tę funkcję, „[on] od razu [dostrzegł], że to był pomysł, który nadał sens temu wszystkiemu”⁷².

W czerwcu 1944 roku, kiedy wojska amerykańskie lądowały w Normandii, a od rozpoczęcia prac upłynęło dwanaście miesięcy, Mauchly i Eckert przetestowali dwa pierwsze układy, które stanowiły mniej więcej

jedną szóstą planowanego komputera. Zaczęli od prostego zadania wymagającego mnożenia. Kiedy maszyna zwróciła poprawną wartość, zakrzyknęli z radości. Potrzebowali jednak jeszcze ponad roku, by doprowadzić ENIAC-a do stanu pełnej używalności. W listopadzie 1945, już całkowicie sprawny, wykonywał pięć tysięcy dodawań i odejmowań na sekundę, ponad stukrotnie więcej od wszystkich dotychczasowych komputerów. Długi na trzydzieści metrów i wysoki na dwa i pół, ENIAC zajmował powierzchnię odpowiadającą skromnemu trzypokojowemu mieszkaniu. Ważył przy tym prawie trzydzieści ton i posiadał 17 468 lamp próżniowych. Dla porównania, komputer Atanasoffa-Berry’ego, który pokrywał się w tym czasie kurzem w piwnicy w Iowa, był wielkości biurka, miał tylko trzysta lamp i był zdolny wykonać ledwie trzydzieści dodawań lub odejmowań na sekundę.

Bletchley Park

Pod koniec 1943 roku powstał jeszcze jeden elektroniczny komputer lampowy. Wiedziało o nim jednak – i miało wiedzieć jeszcze przez ponad trzydzieści lat – wyłącznie wąskie grono wtajemniczonych. Zbudowano go na terenie ceglanej wiktoriańskiej posiadłości w mieście Bletchley, osiemdziesiąt siedem kilometrów na północny zachód od Londynu, gdzie znajdowała się kwatera zespołu geniuszy i inżynierów odpowiedzialnych za łamanie niemieckich szyfrów wojskowych. Colossus, bo tak się nazywał, był pierwszym na świecie w pełni elektronicznym, częściowo programowalnym komputerem. Ponieważ zaprojektowano go z myślą o szczególnym zadaniu, nie był urządzeniem ogólnego przeznaczenia, czyli „kompletnym w sensie Turinga”, ale za to teorie Turinga miały wpływ na jego konstrukcję.

Jesienią 1936 roku Turing zaczął poświęcać więcej czasu szyfrowi i kryptologii. Było to po przyjeździe do Princeton i ukończeniu pracy *On Computable Numbers*. W liście do matki z października wyjaśniał przyczynę zmiany zainteresowań:

Właśnie odkryłem możliwe zastosowanie tego, nad czym obecnie pracuję. Odpowiadałoby ono na pytanie, jaki jest najogólniejszy możliwy rodzaj kodu lub szyfru, a jednocześnie (w dość naturalny sposób) pozwalałoby mi na tworzenie mnóstwa szczegółowych i ciekawych kodów. Jeden z nich jest prawie niemożliwy do odczytania bez wymaganego klucza i bardzo szybko się w nim koduje. Przypuszczam, że mógłbym go sprzedać rządowi Jego Królewskiej Mości za całkiem niezłą sumkę, ale nie jestem pewien, czy byłoby to moralne. Co o tym sądzisz?⁷³

Na przestrzeni kolejnego roku, martwiąc się groźbą wojny z Niemcami, Turing coraz bardziej poświęcał się samej kryptologii, a coraz mniej ewentualnej możliwości zarobku. Pod koniec 1937 skonstruował w warsztacie Wydziału Fizyki Princeton pierwsze elementy maszyny szyfrującej, która zamieniała litery w liczby w systemie binarnym, a następnie, wykorzystując przekaźniki elektromechaniczne, mnożyła zapisany numerycznie tekst przez tajną gigantyczną liczbę, co sprawiało, że wiadomość stawała się niemal niemożliwa do odszyfrowania.

Jednym z mentorów Turinga na Princeton był John von Neumann, wspomniany wcześniej genialny fizyk węgierskiego pochodzenia, który pracował dla Instytutu Badań Zaawansowanych – ulokowanego wówczas w tym samym budynku co Wydział Matematyki. Wiosną 1938 roku, kiedy Turing kończył przygotowywać dysertację doktorską, von Neumann zaoferował mu posadę asystenta. Była to kusząca propozycja, Turing jednak uznał, że zważywszy na chmury zbierające się nad Europą, przyjęcie jej byłoby poniekąd niepatriotyczne. Postanowił wrócić na swoją posadę w Cambridge. Niedługo później dołączył do brytyjskiej jednostki pracującej nad złamaniem niemieckich szyfrów wojskowych.

Brytyjska Rządowa Szkoła Kodów i Szyfrów wówczas znajdowała się jeszcze w Londynie, a jej kadra składała się głównie z humanistów; wśród nich byli między innymi profesor filologii klasycznej z Cambridge Dillwyn „Dilly” Knox oraz Oliver Strachey, dyletant i imprezowicz, który grał na

fortepianie i pisywał od czasu do czasu o Indiach. Do pojawienia się Turinga, który przyjechał jesienią 1938 roku, w kadrach szkoły nie było ani jednego matematyka. Sytuacja zmieniła się następnego lata, kiedy Wielka Brytania zaczęła szykować się do wojny. Ministerstwo rozpoczęło aktywną rekrutację matematyków, posługując się tak kuriozalnymi metodami jak konkurs rozwiązywania krzyżówek zamieszczanych w gazecie „Daily Telegraph”, Szkołę Szyfrów przeniosło zaś do ponurego ceglanego miasteczka Bletchley, którego jedyną interesującą cechą było umiejscowienie na skrzyżowaniu linii kolejowych Oksford – Cambridge i Londyn – Birmingham. Zespół pracowników służb wywiadowczych, podając się za „ekipę łowiecką kapitana Ridleya”, odwiedził posiadłość Bletchley Park i odkupił ją po cichu wraz z obrzydliwym pałacykiem w stylu wiktoriańskiego gotyku, który dzięki temu uniknął zburzenia. Łamaczy szyfrów rozlokowano w szopach i stajniach, a także postawionych specjalnie na ich potrzeby prefabrykowanych barakach⁷⁴.

Turinga przydzielono do budynku numer osiem, gdzie pracowano nad złamaniem szyfru niemieckiej Enigmy – przenośnej maszyny wyposażonej w wirniki i tablicę rozdzielczą. Służyła ona do kodowania wiadomości wojskowych szyfrem, w którym zasady podmieniania znaków zmieniały się po każdym wciśnięciu klawisza i który był tak trudny do zrozumienia, że Brytyjczycy obawiali się, iż nigdy sobie z nim nie poradzą. Przełom nastąpił, kiedy oficerowie polskiej służby wywiadowczej stworzyli urządzenie oparte na przechwyconej niemieckiej maszynie szyfrującej, zdolne złamać niektóre rodzaje kodów Enigmy. Niestety, z chwilą gdy Polacy przekazali Brytyjczykom swoją maszynę, ta nie radziła sobie z najnowszą wersją Enigmy, do której Niemcy zdążyli dodać dwa kolejne wirniki i dwa połączenia na tablicy rozdzielczej.

Zespół Turinga wziął się do budowy bardziej zaawansowanej maszyny, którą podobnie jak Polacy nazwał „bombą kryptologiczną”. Pozwalała ona rozszyfrowywać wiadomości kodowane za pomocą ulepszonej Enigmy, w szczególności zaś rozkazy marynarki, na podstawie których można było określić pozycje łodzi podwodnych dziesiątkujących brytyjskie konwoje

zaopatrzeniowe. Działanie bomby opierało się na wykorzystaniu szeregu subtelnych słabości szyfru. Należały do nich frazy używane przez Niemców z dużą regularnością i zasada, że żadna litera nie mogła być zaszyfrowana jako ona sama. W sierpniu 1940 roku zespół Turinga dysponował dwiema bombami, za pomocą których odszyfrował sto siedemdziesiąt osiem wiadomości. Do końca wojny bomb zbudowano prawie dwieście.

Bomba kryptologiczna Turinga nie stanowiła ważnego kroku naprzód w historii komputerów. Była urządzeniem elektromechanicznym bazującym na przekaźnikach telefonicznych. Za to następną maszynę zbudowaną w Bletchley Park, a po niej Colossusa, można uznać za prawdziwe kamienie milowe.

Potrzeba zbudowania Colossusa pojawiła się wtedy, gdy Niemcy zaczęli szyfrować ważne komunikaty, w tym rozkazy od Hitlera i jego sztabu, za pomocą elektronicznej maszyny działającej w systemie dwójkowym i korzystającej z dwunastu wirników o różnej liczbie zębów. Elektromechaniczne bomby projektu Turinga były wobec niej bez szans. Należało przypuścić atak za pomocą superszybkiego urządzenia elektronicznego.

Zadanie to zlecono zespołowi z budynku numer jedenaście, czyli sekcji Newmana – tego samego genialnego matematyka z Cambridge, który niecałe dziesięć lat wcześniej zapoznał Turinga z pytaniami Hilberta. Newman miał partnera do zadań praktycznych, którym był czarodziej elektroniki Tommy Flowers – autor pionierskich konstrukcji wykorzystujących lampy próżniowe i pracownik pocztowego biura badawczego ulokowanego w Dollis Hill na przedmieściach Londynu.

Turing nie należał do zespołu Newmana. Stworzył za to metodę analizy statystycznej, nazywaną w Bletchley Park „Turingery”^{vi}, która wykrywała w zaszyfrowanym tekście wszelkie odstępstwa od jednolitej dystrybucji znaków. Na bazie tego pomysłu zbudowano maszynę wyposażoną w głowice fotoelektryczne, która skanowała dwie taśmy perforowane w celu porównania wszystkich ich możliwych permutacji. Przezywano ją

„Heath Robinson” – od nazwiska brytyjskiego rysownika, który specjalizował się, podobnie jak Rube Goldberg w Ameryce, w rysowaniu absurdalnie skomplikowanych urządzeń mechanicznych.

Kiedy nadeszła pora, by zbudował komputer, Flowers fascynował się już obwodami wykorzystującymi lampy próżniowe od niemal dziesięciu lat. Wcześniej, w 1934 roku, skonstruował dla działu telefonii brytyjskiego urzędu pocztowego eksperymentalny system, który kontrolował połączenia pomiędzy tysiącem linii telefonicznych za pomocą trzech tysięcy lamp. Był też jedną z pierwszych osób, które wykorzystały lampy próżniowe do przechowywania danych. Turing zwerbował go do pomocy przy bombach, a później przedstawił Newmanowi.

Flowers zdał sobie sprawę, że jedynym sposobem, by odpowiednio szybko analizować zaszyfrowane niemieckie przekazy, było zapisanie przynajmniej jednego z nich w pamięci elektronicznej. Taśmy perforowane były zbyt powolne. Pamięć taka wymagała tysiąca pięciuset lamp. Początkowo zarządcy Bletchley Park mieli sceptyczne nastawienie, ale Flowers nie dał za wygraną i w grudniu 1943 roku – ledwie jedenaście miesięcy później – uruchomił pierwszego Colossusa. Drugi model, większy, wykorzystujący 2400 lamp, zaczął działać 1 czerwca 1944 roku. Pierwsze odszyfrowane przechwyty potwierdziły informacje płynące z innych źródeł i upewniły generała Dwighta Eisenhowera, który miał lada dzień dać rozkaz do inwazji na Normandię, że Hitler nie przemieścił dodatkowych jednostek w obszar lądowań. W ciągu następnego roku zbudowano osiem kolejnych Colossusów.

Oznaczało to, że brytyjscy łamacze szyfrów zbudowali w pełni elektroniczny, cyfrowy (ba, binarny!) komputer wiele miesięcy przed Eckertem i Mauchlym, których ENIAC osiągnął sprawność operacyjną dopiero w listopadzie 1945 roku. Druga wersja Colossusa, ta z czerwca 1944 roku, obsługiwała nawet proste instrukcje warunkowe. W odróżnieniu jednak od ENIAC-a, który posiadał dziesięć razy więcej lamp, Colossus był urządzeniem specjalnego przeznaczenia skonstruowanym z myślą o łamaniu szyfrów. Ze względu na ograniczoną programowalność niektóre

rodzaje zadań obliczeniowych były poza jego zasięgiem, podczas gdy ENIAC mógł (teoretycznie) wykonać każdą zadaną kalkulację.

Kto w takim razie wynalazł komputer?

Aby ocenić, komu należy się jaka część uznania za stworzenie komputera, warto zacząć od określenia, jakie cechy stanowią esencję tegoż. W najbardziej ogólnym ujęciu definicją komputera można objąć wszystko od abakusa po iPhone'a. Wydaje się jednak rozsądne, by pisząc kronikę rewolucji cyfrowej, kierować się powszechnie przyjętymi definicjami opisującymi, co w dzisiejszym języku rozumiemy przez komputer. Oto kilka z nich:

Programowalne, zwykle elektroniczne urządzenie zdolne do przechowywania, pobierania i przetwarzania danych. (Słownik Merriam-Webster)

Elektroniczne urządzenie posiadające możliwość odbierania informacji (danych) w konkretnej postaci i wykonywania ciągu operacji zgodnie z uprzednio ustalonym, ale modyfikowalnym zestawem instrukcji proceduralnych (programów) w celu osiągnięcia rezultatu. (Słownik oxfordzki)

Maszyna elektroniczna przeznaczona do przetwarzania informacji, które da się zapisać w formie ciągu cyfr albo sygnału ciągłego. (polska Wikipedia, 12 stycznia 2015).

Urządzenie ogólnego przeznaczenia, które można zaprogramować do automatycznego wykonywania zestawu operacji arytmetycznych bądź logicznych. (anglojęzyczna Wikipedia, 2014)

Komputerem idealnym jest więc urządzenie elektroniczne, ogólnego przeznaczenia i programowalne. Kto pierwszy spełnił te warunki?

Model K George'a Stibitza powstał na stole kuchennym w listopadzie

1937 i zainicjował budowę pełnowymiarowej maszyny, która stanęła w Bell Labs w styczniu 1940 roku. Był to komputer binarny i pierwszy, którym posługiwano się zdalnie. Działał jednak w oparciu o przekaźniki elektromechaniczne, a na dodatek był nieprogramowalnym urządzeniem specjalnego przeznaczenia.

Z3 Konrada Zuseego ukończony w maju 1941 był pierwszym automatycznie sterowanym, programowalnym, binarnym komputerem elektrycznym. Został zaprojektowany z myślą o rozwiązywaniu zadań inżynierskich, a nie jako maszyna uniwersalna, ale późniejsze testy wykazały, że był teoretycznie kompletny w sensie Turinga. Od dzisiejszych komputerów różnił się głównie elektromechaniczną konstrukcją opartą na klekoczących, powolnych przekaźnikach, a nie elementach elektronicznych. Minusem Z3 było też to, że nigdy nie wszedł do produkcji i został zniszczony w 1943 roku podczas alianckich nalotów na Berlin.

Komputer zaprojektowany przez Johna Vincenta Atanasoffa i skonstruowany, ale nie doprowadzony do pełnej używalności do września 1942 roku, kiedy jego twórca musiał go porzucić i rozpocząć służbę w marynarce, był pierwszym na świecie elektronicznym komputerem cyfrowym. Nie był jednak w całości elektroniczny. Jego jednostka arytmetyczna korzystała z lamp elektronowych, ale już pamięć i transfer danych był uzależniony od obrotowych bębnow. Inną cechą, która utrudnia uznanie go za pierwszy nowoczesny komputer, jest jego nieprogramowalność – był urządzeniem stworzonym specjalnie w celu rozwiązywania równań liniowych.

Colossus I z Bletchley Park, ukończony w grudniu 1943 roku przez Maxa Newmana i Tommy'ego Flowersa (z wykorzystaniem pewnych sugestii Turinga), był pierwszym komputerem cyfrowym, który był też w pełni elektroniczny i programowalny, a do tego dobrze działał. Nie był jednak maszyną ogólnego przeznaczenia ani kompletną w sensie Turinga. Stworzono go z myślą o łamaniu niemieckich szyfrów w czasie wojny.

Harvard Mark I Howarda Aikena, zbudowany przez IBM i uruchomiony w maju 1944 roku, był, co wyjdzie na jaw w następnym rozdziale,

programowalny, ale korzystał z podzespołów elektromechanicznych.

Pierwszą maszyną odznaczającą się pełnym zestawem cech nowoczesnego komputera był ENIAC, którego budowę Presper Eckert i John Mauchly zakończyli w listopadzie 1945 roku. ENIAC był elektroniczny, superszybki i programowalny poprzez podłączanie bądź odłączanie przewodów sprzęgających różne jego jednostki. Mógł korzystać z instrukcji warunkowych i kwalifikował się jako kompletny w sensie Turinga, co znaczyło, że przynajmniej teoretycznie mógł rozwiązać każde zadanie. Co jednak ważniejsze – działał. „To coś bardzo ważnego, kiedy chodzi o wynalazki – powiedział później Eckert, kontrastując ich komputer z maszyną Atanasoffa. – Trzeba stworzyć w pełni sprawny system”⁷⁵. ENIAC działał praktycznie nieprzerwanie przez dziesięć lat, a Mauchly i Eckert wykonali na nim szereg bardzo trudnych obliczeń. Jego architektura stała się podstawą dla większości komputerów kolejnej generacji.

Ta ostatnia cecha jest ważna. Zastanawiając się, komu przypisać pierwszeństwo stworzenia danego wynalazku i sprawić tym samym, że zapisze się na kartach historii, patrzymy między innymi na to, czyj wkład miał największy wpływ na przyszłość. Kiedy mówimy o wynalazcy, mamy na myśli kogoś, kto odcisnął ślad na dziejach świata i ostatecznym kształcie danej innowacji. Pod tym względem – jeśli chodzi o znaczenie historyczne – najważniejszymi z innowatorów wymienionych w tym rozdziale byli Eckert i Mauchly. Niemal wszystkie komputery lat pięćdziesiątych ubiegłego wieku bazowały na ENIAC-u. Trudniej oszacować wpływ Flowersa, Newmana i Turinga. Ich osiągnięcia trzymano w absolutnej tajemnicy, ale cała trójka zaangażowała się w rozwój brytyjskich komputerów już po wojnie. Zuse, który pracował w izolacji i cieniu bomb, ze światowej perspektywy odegrał jeszcze mniejszą rolę. Jeśli zaś chodzi o Atanasoffa, to jego głównym wkładem w komputeryzację, o ile nie jedynym, było zapewnienie Mauchly’emu odrobiny pożywki umysłowej, kiedy ten go odwiedził.

Pytanie o to, jak bardzo Mauchly zainspirował się informacjami zebranymi podczas czterodniowej wizyty u Atanasoffa, przerodziło się w długotrwały konflikt prawny. To zaś pokazuje, że decydując, komu przyznać autorstwo wynalazku, można się posłużyć jeszcze jednym kryterium, bardziej legalistycznym niż historycznym: w czyich rękach pozostały patenty? Jeśli mowa o pierwszych komputerach, to odpowiedź brzmi: w niczyich. Stało się tak za sprawą kontrowersyjnego procesu, wskutek którego anulowano patenty Eckerta i Mauchly'ego⁷⁶.

Ciąg wypadków, który do tego doprowadził, miał początek w 1947 roku. Eckert i Mauchly po odejściu z Penn złożyli wniosek o patent na rozwiązania zastosowane w ENIAC-u, który ostatecznie otrzymali w roku 1964 (urząd patentowy nie należy do najszybciej działających). Do tego czasu zdążyli sprzedać wspólne przedsiębiorstwo oraz prawa do swoich patentów firmie Remington Rand, która potem stała się częścią Sperry Rand; ta z kolei zaczęła się domagać opłat licencyjnych od innych firm. IBM i Bell Labs poszły na ugodę, ale Honeywell nie miał takiego zamiaru i zaczął szukać sposobu, by podważyć zasadność patentów na ENIAC-a. Zatrudnił młodego prawnika, Charlesa Calla, który miał wykształcenie inżynierskie i pracował wcześniej w Bell Labs. Zadaniem Calla było wykazać, że pomysły Eckerta i Mauchly'ego były wtórne.

Kierując się wskazówką od kolegi z działu prawnego Honeywella, który przejechał się na Iowa State University i poczytał o komputerze Atanasoffa-Berry'ego, Call odwiedził Atanasoffa w jego domu w Marylandzie. Atanasoff poczuł się mile połączony, że Call wie tak dużo o jego komputerze, a jednocześnie przypomniał sobie całą urazę, którą czuł do ludzi, którzy nie docenili jego dzieła. Przekazał więc młodemu prawnikowi setki listów i dokumentów dowodzących, że wizyta w Iowa podpowiedziała Mauchly'emu co najmniej kilka rozwiązań. Jeszcze tego samego wieczoru Call udał się do Waszyngtonu, gdzie wysłuchał z tylnego rzędu sali wykładu Mauchly'ego. W odpowiedzi na pytanie o maszynę Atanasoffa Mauchly stwierdził, że przyjrzał się jej tylko pobieżnie. Call zdał sobie wtedy sprawę, że gdyby udało mu się sprawić, że Mauchly zezna coś

podobnego pod przysięgą, mógłby zdyskredytować go podczas procesu, przedstawiając dokumentację Atanasoffa.

Kilka miesięcy później Mauchly odkrył, że Atanasoff prawdopodobnie pomaga Honeywellowi podważyć jego patenty. Odwiedził go więc w Marylandzie w towarzystwie prawnika Sperry Rand. Wizyta odbyła się w niezręcznej atmosferze. Mauchly twierdził, że podczas wizyty w Iowa ledwie przekartkował artykuł opisujący komputer, a samej maszyny nawet nie oglądał, na co Atanasoff chłodno odparł, że było inaczej. Mauchly został na kolację i usiłował przypochlebić się Atanasoffowi, ale bez skutku.

W czerwcu 1971 roku sprawa trafiła przed sąd federalny w Minneapolis. Sędzią przewodniczącym był Earl Larson. Mauchly okazał się kłopotliwym świadkiem – wymawiał się słabą pamięcią, wykręcał od jednoznacznej odpowiedzi, co właściwie zobaczył w Iowa, i raz po raz wycofywał się z wcześniejszych zeznań, w tym ze stwierdzenia, jakoby oglądał komputer Atanasoffa połowicznie zakryty i przy słabym świetle. Atanasoff za to zaprezentował się od najlepszej strony. Opisał zbudowaną przez siebie maszynę, zaprezentował jej model i wskazał, które pomysły Mauchly pozwolił sobie zapożyczyć. W sumie powołano siedemdziesięciu siedmiu świadków i zebrano zeznania od kolejnych osiemdziesięciu. Do akt sprawy włączono 32 600 dowodów materialnych. Proces trwał łącznie ponad dziewięć miesięcy, co uczyniło z niego najdłuższy wtedy proces federalny.

Kolejne dziewiętnaście miesięcy zajęło opracowanie ostatecznego werdyktu. W październiku 1973 roku sędzia Larson ogłosił decyzję: patent na ENIAC-a należący pierwotnie do firmy Eckert-Mauchly został wydany bezzasadnie. W uzasadnieniu napisał: „Eckert i Mauchly nie byli pierwszymi samodzielnymi wynalazcami automatycznego elektronicznego komputera cyfrowego, albowiem zapożyczyli wykorzystane w nim rozwiązania od dr. Johna Vincenta Atanasoffa”⁷⁷. Sperry nie złożyło odwołania i poszło na ugodę z Honeywellem^{vii}.

Werdykt, mimo że był przygotowany drobiazgowo i liczył dwieście czterdzieści osiem stron, pomijał pewne ważne różnice pomiędzy komputerem Atanasoffa a ENIAC-iem. Mauchly zapożyczył zdecydowanie

mniej, niż wydawało się sędziemu. Nie szukając daleko, jednostka obliczeniowa Atanasoffa korzystała z logiki binarnej, a u Mauchly'ego działała w systemie dziesiętnym. Gdyby patent Eckerta i Mauchly'ego był mniej ogólnikowy, prawdopodobnie by się obronił.

Sprawa Honeywell versus Sperry nie określiła, nawet od strony prawnej, komu i w jakim stopniu przysługuje prawo nazywania się wynalazcą nowoczesnego komputera, ale miała dwa ważne skutki: wydobyła Atanasoffa z historycznego zapomnienia i nadzwyczaj wyraźnie ukazała (choć nie było to celem ani sędziego, ani żadnej ze stron), że najważniejsze innowacje są zwykle owocem inspiracji pochodzącej z wielu różnych źródeł. Wynalazki, szczególnie tak złożone jak komputer, raczej nie powstają w umysłach odizolowanych osób, lecz w sieciach kreatywności utkanych przez rzesze współpracowników. Mauchly poświęcił mnóstwo czasu na wyjazdy i rozmowy. Może i sprawiło to, że jego wynalazek trudniej było opatentować, ale z pewnością nie umniejszyło jego wpływu.

Gdyby sporządzić listę osób zasługujących na uznanie w związku z wynalezieniem komputera, Eckert i Mauchly powinni trafić na jej szczyt. Nie dlatego jednak, że wynaleźli go sami, lecz z szacunku dla geniuszu, z jakim wykorzystali pomysły z różnych źródeł, połączyli je z własnymi innowacjami, zrealizowali swoją wizję, oddając ją w ręce kompetentnego zespołu, i wywarli największy wpływ na dalszy rozwój informatyki. Maszyna, którą zbudowali, była pierwszym elektronicznym komputerem ogólnego przeznaczenia. „Atanasoff może i wygrał w sądzie, ale sam wrócił pracować jako wykładowca, a my zbudowaliśmy pierwsze w pełni elektroniczne, programowalne komputery” – podkreślił później Eckert⁷⁸.

Wiele uznania należy się też Turingowi za opracowanie koncepcji komputera uniwersalnego i aktywny udział w zespole budującym maszyny dla Bletchley Park. Ocena wkładu pozostałych pionierów komputeryzacji zależy już bardziej od osobistych kryteriów. Jeśli pociąga was romantyczna wizja samotnego wynalazcy, a mniej interesuje, kto najbardziej przyczynił się do rozwoju informatyki, prawdopodobnie będziecie faworyzowali

Atanasoffa i Zusego. Najważniejszą lekcją z narodzin komputera jest jednak świadomość, że innowacyjne rozwiązania są niemal zawsze owocem grupowego wysiłku, wizjonerzy potrzebują partnerów w postaci inżynierów, a kreatywność wymaga czerpania z wielu źródeł. Życie to nie książka. Genialne wynalazki nie biorą się znikąd, podobnie jak raczej nie zdarza się, by osobie pracującej samotnie w piwnicy, w garażu albo na strychu nagle „zapaliła się żarówka”.

[i](#) Własc. William Thomson – przyp. tłum.

[ii](#) Dla liczby naturalnej n większej od dwóch nie istnieją takie liczby naturalne dodatnie a , b , c , które spełniałyby równanie $a^n + b^n = c^n$.

[iii](#) Każdą liczbę naturalną większą od dwóch można wyrazić jako sumę dwóch liczb pierwszych.

[iv](#) Proces polegający na dzieleniu liczby przez dwa, jeśli jest parzysta, i mnożeniu przez trzy, a następnie dodawaniu do jeden, jeśli jest nieparzysta, dla każdej liczby naturalnej doprowadzi ostatecznie do wyniku jeden.

[v](#) Dzisiejszy Departament Obrony – przyp. tłum.

[vi](#) Dosł. turingowanie – przyp. tłum.

[vii](#) Atanasoff był już wtedy na emeryturze, a poza tym po drugiej wojnie światowej i tak nie wrócił do pracy nad komputerami, tylko kontynuował karierę projektanta uzbrojenia i artylerii. Zmarł w 1995 roku. John Mauchly do końca życia zajmował się informatyką – najpierw jako konsultant firmy Sperry, a później jako założyciel i pierwszy przewodniczący Association for Computing Machinery (Stowarzyszenia na rzecz Maszyn Obliczeniowych – przyp. tłum.). Zmarł w 1980 roku. Eckert też przepracował większość życia w Sperry i zmarł piętnaście lat po Mauchlym.

Rozdział 3

Programowanie

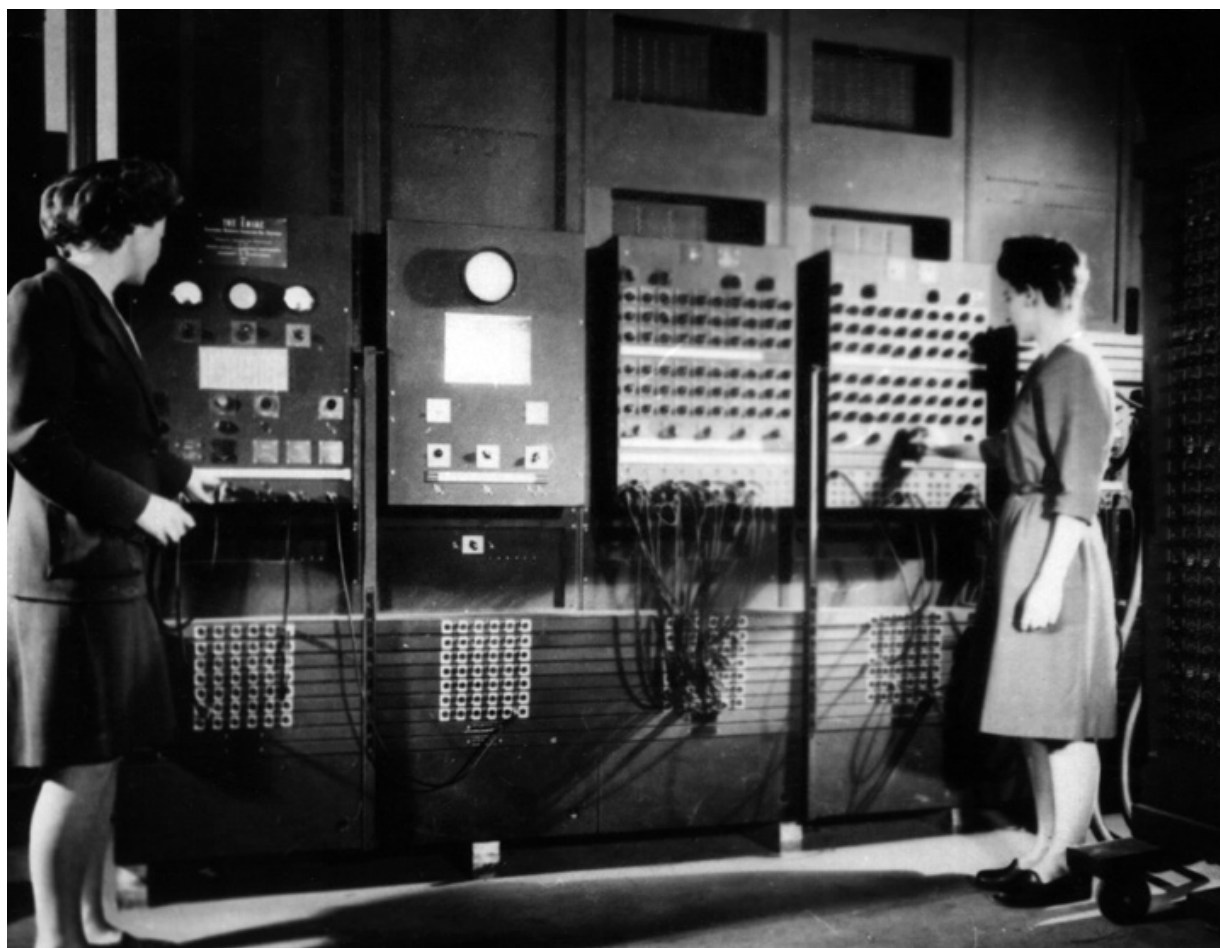
Wszystkim maszynom liczącym zbudowanym w trakcie wojny brakowało jednej kluczowej cechy nowoczesnych komputerów; zawsze bowiem powstawały w konkretnym celu, którym było na przykład rozwiązywanie równań albo łamanie szyfrów. Tymczasem prawdziwy komputer – taki, jaki wyobrazili sobie Ada Lovelace i później Alan Turing – powinien być zdolny wykonać szybko i bez zakłóceń dowolną operację logiczną. Wymagało to, by działanie takiej maszyny nie było w pełni zdeterminowane przez wymagania sprzętowe, lecz dopuszczało modyfikację za pomocą programów. Koncepcję tę wyraził jasno Turing: „Nie potrzebujemy osobnej maszyny do każdego z niezliczonych zadań – napisał w 1948 roku. – Wystarczy jedna. Wyzwanie inżynierskie, jakim jest konieczność produkcji różnych maszyn do różnych zadań, zastąpi praca biurowa polegająca na odpowiednim »programowaniu« maszyny uniwersalnej”¹.

Teoretycznie rzecz biorąc, urządzenia pokroju ENIAC-a były programowalne, a nawet w pewnym sensie uniwersalne. W praktyce jednak ładowanie nowych programów było w nich pracochłonne i często polegało na ręcznym przepinaniu kabli łączących różne jednostki komputera. Maszynom z czasów wojny brakowało możliwości przełączania się między

programami z prędkością elektroniki. Zanim ją zyskały, konstruktorzy komputerów musieli poczynić kolejny wielki krok: znaleźć sposób na przechowywanie programów w elektronicznej pamięci komputera.



Howard Aiken i Grace Hopper (1906–1992) z fragmentem maszyny różnicowej Babbage'a. Zdjęcie zrobione na Harvardzie w 1946 roku



Jean Jennings i Frances Bilas przy ENIAC-u



Jean Jennings (1924–2011) w 1945 roku



Betty Snyder (1917–2001) w 1944 roku

Grace Hopper

Wynalazcy pierwszych komputerów – bez wyjątku mężczyźni – skupiali się na stronie sprzętowej. Z kolei kobiety, które zaczęły zajmować się tą dziedziną podczas drugiej wojny światowej, podobnie jak wcześniej Ada

Lovelace, szybko dostrzegły znaczenie programowania. Opracowały metody kodowania instrukcji, które przekazywały sprzętowi, jakie operacje ma wykonać. Bo to właśnie w programach kryją się „magiczne” wzory sprawiające, że maszyny nabierają nowych, cudownych właściwości.

Najbarwniejszą postacią wśród tych pionierek była Grace Hopper: niezłomna i pełna werwy, a przy tym obdarzona ciepłą, koleżeńską osobowością oficer marynarki, która najpierw trafiła na Harvard pod skrzydła Howarda Aikena, a potem pracowała dla Prespera Eckerta i Johna Mauchly’ego. Hopper, z domu Grace Brewster Murray, przyszła na świat w 1906 roku w zamożnej rodzinie mieszkającej w północno-zachodniej części Manhattanu. Jej matka była matematyczką, ojciec – dyrektorem w firmie ubezpieczeniowej, a dziadek, który zabierał Grace na wycieczki krajoznawcze po Nowym Jorku – inżynierem budownictwa. Po skończeniu szkoły średniej Hopper studiowała matematykę i fizykę w Vassar College, a następnie wywalczyła sobie miejsce na Yale. W 1934 roku obroniła doktorat z matematyki².

Jej wykształcenie wcale nie było tak wyjątkowe, jak może się nam dziś wydawać. Hopper była jedenastą kobietą, która zdobyła stopień doktora matematyki na Yale – pierwsza zrobiła to już w 1895 roku³. W latach trzydziestych XX wieku nie było niczego dziwnego w tym, że kobieta, szczególnie z bogatej rodziny, była zawodową matematyczką. W dziesięcioleciu tym piętnaście procent amerykańskich doktoratów z matematyki, czyli sto trzynaście, trafiło w ręce Amerykanek. W kolejnym pokoleniu sytuacja wyglądała już znacznie gorzej. W latach pięćdziesiątych XX wieku tylko sto sześć kobiet zostało doktorami matematyki, co odpowiadało czterem procentom nadanych tytułów. (Na szczęście w XXI wieku sprawy wyglądają o niebo lepiej. W pierwszym dziesięcioleciu trzydzieści procent doktoratów z matematyki – tysiąc sześćset – zdobyły kobiety).

Grace wyszła za mąż za profesora literaturoznawstwa porównawczego, Vincenta Hoppera, i dołączyła do kadry Vassar College. W odróżnieniu od większości profesorów matematyki wymagała od studentów, by nauczyli

się dobrze pisać. Naukę rachunku prawdopodobieństwa zaczynała od wykładu, na którym omawiała jeden ze swoich ulubionych wzorów matematycznychⁱ i prosiła podopiecznych o napisanie eseju na jego temat. Zebrane prace oceniała następnie pod kątem języka i stylu. „Czasami oddawałam te eseje całe pokreślone i studentki buntowały się, że one przecież uczęszczają na zajęcia z matematyki, a nie angielskiego – wspominała. – Wyjaśniałam wtedy, że nie ma sensu, żeby uczyły się matematyki, jeśli nie będą umiały wytłumaczyć jej innym”⁴. Hopper miała wybitny talent do przekładania naukowych obliczeń – dotyczących na przykład trajektorii balistycznych, przepływu cieczy, eksplozji albo warunków pogodowych – na język wzorów, a następnie na zwykły angielski. To między innymi dzięki temu została dobrą programistką.

Około 1940 roku Grace Hopper zaczęła doskwierać nuda. Nie miała dzieci, w jej małżeństwie nic się nie działo i wbrew swoim oczekiwaniom nie spełniała się, wykładając matematykę. Wzięła w końcu częściowo płatny urlop i wyjechała na Uniwersytet Nowego Jorku, gdzie pod okiem znanego matematyka Richarda Couranta zgłębiała metody rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych. Była tam wciąż, gdy Japończycy zaatakowali Pearl Harbor. Przystąpienie Ameryki do drugiej wojny światowej dało jej okazję, by zacząć nowe życie. W ciągu następnych osiemnastu miesięcy odeszła z Vassar, rozwiodła się i w wieku trzydziestu sześciu lat wstąpiła do Marynarki Wojennej Stanów Zjednoczonych. Wysłano ją do szkoły podchorążych rezerwy w Smith College w stanie Massachusetts, którą ukończyła z najlepszym wynikiem w swojej grupie i opuściła w czerwcu 1944 roku w stopniu porucznika.

Hopper zakładała, że zostanie przydzielona do grupy kryptologicznej. Zaskoczyło ją więc, kiedy otrzymała rozkaz, by stawić się na Harvardzie do pracy przy gigantycznym komputerze Mark I. Maszyna ta, działająca w oparciu o wał korbowy i powolne elektromechaniczne przekaźniki, powstała, jak już wiemy, w 1937 roku w głowie Howarda Aikena. Kiedy Hopper zaczynała na niej pracować, urządzenie było już w rękach Marynarki. Aiken wciąż nią zarządzał, ale jako komandor marynarki, a nie

członek kadry Harvardu.

Hopper stawiała się na posterunku w lipcu 1944 roku. Aiken wręczył jej kopię memuarów Charlesa Babbage’a, zabrał ją do pomieszczenia, w którym stał Mark I, i oznajmił: „Oto jak wygląda maszyna obliczeniowa”. Hopper wpatrywała się w nią chwilę, nic nie mówiąc. „Miałam przed sobą wielką masę maszynologii, która robiła straszny hałas – wspominała potem. – Wszystko odsłonięte, na widoku i bardzo głośne”⁵. Od razu zdała sobie sprawę, że aby jej poprawnie używać, musi ją w pełni zrozumieć, więc zaczęła spędzać noce, zgłębiając schematy maszyny. Ponownie wykazała się (jak w Vassar) zdolnością przekładania rzeczywistości na równania matematyczne, które następnie tłumaczyła maszynie poprzez zrozumiałe dla niej komendy. „Nauczyłam się języka oceanografii, całego tego trałowania, zapalników zbliżeniowych i różnych innych, biologii medycznej – wyjaśniała. – Musieliśmy nauczyć się ich nomenklatury, żeby rozwiązywać ich zadania. Potrafiłam rozmawiać bardzo technicznym językiem z programistami, a kilka godzin później wyjaśniać to samo menedżerom za pomocą kompletnie innego słownictwa”. Innowator musi być elokwentny.

Aiken docenił tę umiejętność precyzyjnego przekazu, dzięki czemu Hopper została pierwszą na świecie autorką podręcznika programowania. Pewnego dnia podszedł do jej biurka i oznajmił: „Napiszesz książkę”.

„Nie wiem jak – odpowiedziała. – Nigdy żadnej nie napisałam”.

„Cóż, jesteś teraz w Marynarce – oznajmił Aiken – a ja chcę, żebyś napisała książkę. Więc napiszesz”⁶.

Rozkaz Aikena zaowocował powstaniem pięćsetstronicowej publikacji, która stanowiła połączenie historii komputera Mark I z instrukcją jego programowania⁷. Pierwszy rozdział opisywał wcześniejsze maszyny liczące, szczególnie podkreślając rolę urządzeń Pascala, Leibniza i Babbage’a. Frontysepis zdobiło zdjęcie fragmentu maszyny różnicowej Babbage’a, który Aiken trzymał w gablocie w swoim biurze. Hopper rozumiała, podobnie jak Ada Lovelace przed nią, że maszyna analityczna Babbage’a posiadała szczególną cechę – tę samą, która zdaniem jej

i Aikena wyróżniała komputer Mark I na tle innych maszyn liczących. Mogła przyjmować rozkazy z kart perforowanych, a co za tym idzie, być przeprogramowywana do różnych zadań.

Każdego wieczoru Hopper czytała Aikenowi strony, które napisała danego dnia. Dzięki temu opanowała prostą sztuczkę dobrych pisarzy: „[Aiken] podpowiedział mi, żebym czytała swój tekst na głos i poprawiała zdania, przy których będzie mi się plątał język. Codziennie musiałam mu czytać pięć stron tego, co napisałam”⁸. Z czasem Hopper zaczęła pisać prosto, przejrzysto i precyzyjnie. Tworzyli z Aikenem zgrany zespół, podobnie jak Lovelace i Babbage sto lat wcześniej. Zresztą im więcej Hopper dowiadywała się o Adzie, tym bardziej się z nią identyfikowała. „Ona napisała pierwszą pętlę – opowiadała potem. – Nigdy o tym nie zapomnę. Nikt z nas nie zapomni”⁹.

W rozdziałach historycznych swojej książki Hopper skupiła się na wybitnych osobistościach. Podkreśliła w ten sposób rolę jednostki. Niedługo później kierownictwo IBM-u zamówiło własną historię, której autorzy szczególnie ciepło odnieśli się do dokonań rzeczywistych konstruktorów maszyny, czyli inżynierów IBM-u zatrudnionych w laboratorium w Endicott w stanie Nowy Jork. „IBM-owi zależało na przeniesieniu uwagi z historii jednostek na historię organizacji – napisał historyk Kurt Beyer w swojej książce o Hopper. – W ich wersji świata ośrodkiem innowacji technologicznej była korporacja. Mit samotnego wynalazcy-rewolucjonisty pracującego w laboratorium albo piwnicy zastąpiła rzeczywistość, w której postęp zachodził stopniowo dzięki pracy zespołów bezimiennych inżynierów”¹⁰. W IBM-owskiej wersji historii Mark I składał się z długiej listy drobnych innowacji, takich jak licznik skokowy i dwupoziomowy czytnik kart, za które odpowiadał rój właściwie nieznanych inżynierów pracujących wspólnymi siłami w Endicottⁱⁱ.

Różnica między tymi dwiema wersjami historii sięgała głębiej niż tylko tego, komu należy przyznać zasługi. Ukazywała fundamentalnie odmienne spojrzenia na dzieje innowacji. Część badaczy historii techniki i nauki

skupia się, podobnie jak Hopper, na roli kreatywnych geniuszy, których pomysły doprowadziły do przełomów. Inni podkreślają znaczenie takich miejsc jak Bell Labs albo zakłady IBM-u w Endicott, czyli instytucji, w których pracowało się zespołowo. Przedstawiciele tego drugiego nurtu często usiłują odczarowywać to, co postrzegamy jako erupcje kreatywności. Słynne momenty „Eureka!” przedstawiają jako konsekwencje procesów ewolucyjnych przebiegających w bezpośrednim sąsiedztwie dojrzewania odpowiednich pomysłów, koncepcji, technologii i metod inżynierskich. W oderwaniu od siebie obie te perspektywy są niekompletne. Większość ważnych innowacji ery cyfrowej powstało dzięki współpracy kreatywnych jednostek (Mauchly’ego, Turinga, von Neumanna, Aikena) z zespołami, które wiedziały, jak ich pomysły wprowadzić w życie.

Jednym z operatorów komputera Mark I był współpracujący z Hopper chorąży Richard Bloch, patykowaty student matematyki z Harvardu. Bloch grał na flecie w słynącej z żartów orkiestrze uniwersyteckiej i miał za sobą jedną zmianę służby w marynarce oraz trzy miesiące w „oddziale” Aikena. Początkowo wziął więc Hopper pod swoje skrzydła. „Pamiętam, jak siedzieliśmy po nocach i omawialiśmy, jak działa ta maszyna i jak ją programować” – opowiadał później. Bloch i Hopper pracowali na dwóch dwunastogodzinnych zmianach, podczas których starali się zaspokoić potrzeby zarówno marudnej maszyny, jak i swojego temperamentnego dowódcy. „[Aiken] czasami pojawiał się o czwartej nad ranem – wspominał Bloch – i zadawał zawsze to samo pytanie: »Liczymy?«. Bardzo się denerwował, kiedy maszyna się zatrzymywała”¹¹.

Hopper miała bardzo systematyczne podejście do programowania. Rozkładała każdy problem fizyczny albo matematyczny na elementarne składowe arytmetyczne. „Komputerowi należało po prostu powiedzieć krok po kroku, co ma zrobić – wyjaśniała. – Weź tę liczbę, dodaj ją do tamtej i umieść odpowiedź tutaj. Następnie weź tę ostatnią liczbę i pomnóż ją przez tę liczbę i umieść ją tam”¹². Załoga Aikena miała osobliwy rytuał, który rozpoczął swoje życie jako żart. Po wybiciu na taśmę każdego

nowego programu przed pierwszym testem wyciągano dywanik modlitewny, ustawiano się twarzą do wschodu i modlono, by maszyna uznała pracę programistów za wystarczająco dobrą.

Bloch miał w zwyczaju grzebać po nocach w obwodach komputera, co czasami sprawiało, że programy pisane przez jego współpracowniczkę przestawały poprawnie działać. Bury, które z lekkim rozbawieniem przyjmował od wybuchowej i nieprzebierającej w słowach Hopper, były zwiastunem koleżeńskich przepychanek między konstruktorami sprzętu a programistami, które z czasem weszły do kanonu kultury komputerowej. „Za każdym razem, kiedy udawało mi się uruchomić jakiś program, [Bloch] dobierał się nocą do komputera, przestawiał kilka obwodów i nazajutrz rano program już nie działał – utyskiwała Hopper. – Co gorsza, nie mogłam się dowiedzieć, co zrobił, bo był już w domu i smacznie spał”. Z opowieści Blocha wynika, że w tych sytuacjach „wszystkim puszczały nerwy”. „Aiken w ogóle nie uważał tego za zabawne”¹³.

Przez skłonność do wybuchów Hopper zyskała reputację zuchwałej. Rzeczywiście taka była. Podobnie jednak jak u większości wirtuozów programowania, zuchwałość ta szła u niej w parze z koleżeńskim duchem. Atmosfera pirackiej załogi, którą utrzymywała w swoim zespole – i którą zarażała kolejne pokolenia programistów – dała jej swoiste wyzwolenie. Jak pisze Beyer: „To koleżeńska natura, a nie buntownicze skłonności pozwoliły Hopper stworzyć przestrzeń, w której dysponowała swobodą myśli i działania”¹⁴.

O dziwo, to nie zadziorna Hopper, lecz ułożony Bloch częściej spierał się z Aikenem. „Dick ciągle pakował się w kłopoty – twierdziła Hopper. – Tłumaczyłam mu, że Aiken jest jak komputer. Jest zbudowany w określony sposób i żeby z nim pracować, trzeba ów sposób poznać”¹⁵. Aiken, który początkowo był niezadowolony, że do korpusu oficerskiego przydzielono mu kobietę, szybko uczynił Hopper zarówno główną programistką, jak i swoją prawą ręką. Wiele lat później ciepło wspominał jej wkład w załążki programowania. „Grace dobrze się spisała” – podsumował¹⁶.

Jednym z rozwiązań programistycznych dopracowanych przez Hopper na Harvardzie były podprogramy, czyli fragmenty kodu wykonujące konkretne zadania, które wystarczy zapisać w pamięci jednokrotnie, po czym można wywoływać w miarę potrzeb z dowolnego miejsca w głównym programie. „Podprogram to jasno zdefiniowany, dający się łatwo przedstawić symbolicznie, często powtarzany program – napisała. – Harvardzki Mark I posiadał podprogramy dla funkcji sinus x , $\log_{10} x$ i $10x$, które można było wywołać pojedynczym kodem operacji”¹⁷. Było to urzeczywistnienie koncepcji opisanej pierwotnie przez Adę Lovelace w *Uwagach* do opisu maszyny analitycznej. Hopper gromadziła rosnącą z dnia na dzień bibliotekę takich podprogramów. W trakcie pracy z komputerem Mark I opracowała też koncepcję kompilatora – narzędzia, które zajmowało się tłumaczeniem kodu na język maszynowy wykorzystywany przez różne procesory komputerowe i umożliwiło pisanie programów na wiele rodzajów maszyn jednocześnie.

Załoga Hopper przyczyniła się też do popularyzacji terminów „bug” i „debugować”. Następca komputera Mark I, Mark II, znajdował się w budynku, którego okna nie były zabezpieczone siatkami. Pewnej nocy maszyna odmówiła posłuszeństwa – jak się wkrótce okazało, na skutek przytrzaśnięcia w jednym z przekaźników elektromechanicznych ćmy o skrzydłach rozpiętości mniej więcej dziesięciu centymetrów. Przyczyna usterki została usunięta, umocowana taśmą klejącą do kartki dziennika i opatrzona komentarzem: „Panel F (ćma) w przekaźniku. Pierwszy przypadek autentycznego buga”ⁱⁱⁱ¹⁸. Od tego czasu inżynierowie nazywali poszukiwanie usterek debuggingiem – czyli „odrobaczaniem” maszyny.

Harwardzki Mark I był w 1945 roku najłatwiej programowalnym dużym komputerem na świecie, głównie dzięki Hopper. Skonfigurowanie go do nowego zadania nie wymagało grzebania w konstrukcji ani kablach, tylko wprowadzenia instrukcji z papierowej taśmy perforowanej. Jego szczególne możliwości pozostawały jednak w dużej mierze niedostrzeżone, podobnie jak nie dostrzegli ich później historycy. Stało się tak dlatego, że Mark I (a nawet jego następca, zbudowany w 1947 roku Mark II) nie był

urządzeniem elektronicznym, lampowym, tylko elektromechanicznym, korzystającym z powolnych, cykających przekaźników elektromechanicznych. „Zanim ktokolwiek się przekonał, co mogła ta maszyna – opowiadała Hopper o Mark II – była już do niczego. Wszyscy przechodzili na elektronikę”¹⁹.

Innowatorzy komputerowi przypominają innych pionierów w tym, że czasami nie potrafią zmienić swoich przyzwyczajeń. Upór, absolutne oddanie jednej sprawie, słowem cechy, dzięki którym stają się wynalazcami, utrudniają im dalszy rozwój i zaakceptowanie następnej fali zmian. Dlatego za tak niezwykłego uznaje się Steve’a Jobsa, który niby słynął z uporu i jednotorowego myślenia, potrafił jednak pozytywnie zaskoczyć współpracowników, nagle zmieniając stanowisko, gdy docierało do niego, że musi zacząć myśleć inaczej. Aikenowi brakowało tej elastyczności. Nie był dość zwinny, by w razie potrzeby móc wykonać piruet. Miał też niejako oczekiwaną u oficera marynarki instynktowną potrzebę centralizacji władzy, przez co jego załoga nie cieszyła się taką swobodą jak zespół Mauchly’ego i Eckerta na Uniwersytecie Pensylwanii (Penn). Do tego przedkładał niezawodność nad szybkość. W rezultacie kurczowo trzymał się sprawdzonych i godnych zaufania przekaźników elektromechanicznych, kiedy dla wszystkich innych, na Penn i w Bletchley Park, stało się oczywiste, że przyszłość należy do lamp próżniowych. Mark I mógł wykonać około trzech komend na sekundę – ENIAC, którego budowano w tym czasie na uniwersytecie, miał wykonywać ich pięćset.

Aiken odwiedził Penn, żeby obejrzeć ENIAC-a i wziąć udział w kilku wykładach, ale, jak można przeczytać w sprawozdaniu z konferencji, „zupełnie nie interesowały [go] inne podejścia i prawie na pewno nie zdawał sobie sprawy, jak wielki przełom stanowią nowe maszyny elektroniczne”²⁰. Hopper, która odwiedziła zespół ENIAC-a w 1945 roku, zareagowała podobnie. Uważała Mark I za lepsze urządzenie, bo dawał się łatwo programować. W ENIAC-u, jak wyjaśniła, „wpinało się różne części i zasadniczo budowało specjalny komputer do każdego zadania, a my byliśmy przyzwyczajeni do programowania i sterowania komputerem przez

program”²¹. Rekonfiguracja ENIAC-a pochłaniała wiele czasu: niekiedy i cały dzień. Jego większa moc obliczeniowa w dużej mierze marnowała się więc, chyba że wykonywał wciąż to samo zadanie.

W odróżnieniu od Aikena, Hopper dysponowała na tyle otwartym umysłem, by szybko zmienić punkt widzenia. W ciągu 1945 roku dokonały się pewne postępy, dzięki którym możliwe stało się szybsze programowanie ENIAC-a. A awangardę programistycznej rewolucji, ku zachwytowi Hopper, stanowiły kobiety.

Programistki ENIAC-a

Wszyscy konstruktorzy ENIAC-a byli mężczyznami i to o nich zwykle się mówi. Dużo mniej uwagi poświęca się za to grupie sześciu kobiet, które okazały się niemal równie ważne dla rozwoju nowoczesnych komputerów. Póki ENIAC był budowany, co działo się w 1945 roku na Penn, zakładano, że będzie wykonywał raz za razem kilka konkretnych rodzajów obliczeń, na przykład trajektorii lotu pocisku dla różnych wartości zmiennych. Po zakończeniu wojny komputer okazał się jednak potrzebny do kalkulacji w najróżniejszych innych dziedzinach – mowa tu na przykład o falach dźwiękowych, procesach pogodowych czy mocy nowych rodzajów bomb atomowych. A to wymagało częstego przeprogramowywania.

Programowanie ENIAC-a polegało na przestawianiu przełączników oraz ręcznym przepinaniu kabli tworzących wielką płataninę. Początkowo postrzegano to jako pracę rutynową czy wręcz fizyczną. I być może dlatego „programowanie” pozostawiono kobietom, które w tamtych czasach niechętnie widziano w roli inżynierów. Kobiety zatrudnione przy ENIAC-u szybko jednak ujawniły coś, czego zrozumienie zajęło mężczyznom jeszcze trochę czasu: że to, jak się zaprogramuje komputer, może być równie ważne jak to, w jaki sposób się go skonstruuje.

Dobrym przykładem tego, jak przebiegały kariery pierwszych programistek, są dzieje Jean Jennings²², która urodziła się jako szóste

z siedmiorga dzieci w gospodarstwie na obrzeżach wsi Alanthus Grove liczącej stu czterech mieszkańców i leżącej w stanie Missouri. Rodzina Jean żyła na granicy ubóstwa, ale bardzo ceniła wykształcenie. Ojciec uczył w jednosalowej szkole, a matka, choć sama przerwała naukę na poziomie ósmej klasy, prowadziła korepetycje z algebry i geometrii. Jean została gwiazdą szkolnej drużyny softballu, w której była jedyną dziewczyną i najlepszym miotaczem. Później, jak wszystkie dzieci Jenningsów, rozpoczęła studia. Miała szczęście żyć w czasach, kiedy rządy stanowe ceniły jeszcze edukację i rozumiały, że powszechny do niej dostęp ma wielką wartość społeczną i gospodarczą. Jean uczęszczała do Northwest Missouri State Teachers College w Maryville, w którym chesne wynosiło 76 dolarów rocznie. (W 2013 roku mieszkańcy stanu płacili mniej więcej 14 000 dolarów za rok – czyli po uwzględnieniu inflacji dwunastokrotnie więcej). Początkowo wybrała dziennikarstwo, ale nie mogła znieść swojego opiekuna, więc przeniosła się na matematykę, która bardzo jej się spodobala.

Jennings ukończyła studia w styczniu 1945 roku. Nauczyciel rachunku całkowego i różniczkowego pokazał jej wtedy ulotkę zachęcającą matematyczki do podjęcia pracy na Uniwersytecie Pensylwanii w charakterze „komputerów” – osób wykonujących rutynowe zadania matematyczne. Chodziło głównie o przygotowywanie tablic strzelniczych dla artylerii. Jak głosiła jedna z takich reklam:

Poszukiwane: kobiety z wykształceniem matematycznym. [...] Potrzebne kobiety na stanowiska naukowe i inżynieryjne, na których dotychczas chętniej widziano mężczyzn. Jeśli interesuje cię praca na takim stanowisku, to najlepsza chwila, by ją rozważyć. [...] Dziś wszędzie rozbrzmiewają te same słowa: POTRZEBNE KOBIETY!²³

Jennings nigdy wcześniej nie wyjeżdżała poza granice Missouri, ale złożyła podanie. Po otrzymaniu telegramu potwierdzającego przyjęcie spakowała się i kupiła bilet na zdążający w kierunku wschodnim pociąg linii Wabash, który odjeżdżał o północy tego samego dnia. Czterdzieści godzin później

była pod Penn. „Nie mogli uwierzyć, że przyjechałam tak szybko!” – wspominała później²⁴.

W marcu 1945 roku, kiedy Jennings stawiała się na Penn, pracowało tam już około siedemdziesięciu kobiet, które miały do dyspozycji biurkowe kalkulatory mechaniczne i wielkie płachty papieru. Rekrutacją i szkoleniami zajmowała się żona kapitana Hermana Goldstine’a, Adele. „Nigdy nie zapomnę chwili, kiedy pierwszy raz zobaczyłam Adele – wspominała Jennings. – Wparadowała do sali z papierosem zwisającym z kącika ust, przełożyła nogę przez narożnik stołu i zaczęła wyklądać głosem z wciąż wyraźnym nowojorskim akcentem”. Dla Jennings, która wyrosła na charakterną chłopczycę mającą po dziurki w nosie doświadczanego na każdym kroku seksizmu, był to początek nowego życia. „Zrozumiałam, że trafiłam do innego świata. W Maryville kobiety, żeby zapalić, musiały wykradać się do szklarni”²⁵.

Kilka miesięcy po przyjeździe Jennings wśród kobiet zaczęła krążyć notatka informująca, że poszukiwanych jest sześć kandydatek do pracy przy tajemniczej maszynie, która powstawała za zamkniętymi drzwiami na parterze Moore School of Electrical Engineering. „Nie miałam pojęcia, o co chodziło ani co to jest ENIAC – wspominała Jennings. – Wiedziałam tylko, że to jest szansa, żeby zająć się czymś, czego jeszcze nie było, i byłam pewna, że mogę się tego nauczyć równie dobrze jak inni”. Poza tym zależało jej, by popracować nad czymś bardziej ekscytującym niż trajektorie lotu pocisków.

Jennings poszła na spotkanie z Goldstine’em, który zapytał ją, co wie o prądzie elektrycznym. „Powiedziałam, że uczyłam się fizyki i wiem, że U równa się I razy R ” – wspominała, przywołując prawo Ohma, które opisuje zależność pomiędzy natężeniem przepływającego prądu a napięciem i oporem. „Nie, nie – odparł Goldstine – nie chodzi mi o to. Chcę wiedzieć, czy się go boisz”²⁶. Wyjaśnił, że praca miała polegać na wpinaniu kabli i przełączaniu mnóstwa przełączników. Joan odpowiedziała, że się nie boi. W trakcie rozmowy w pokoju pojawiła się Adele Goldstine, która przyjrzała się jej i skinęła głową. Jennings została przyjęta.

Poza Joan Jennings (później Bartik) do tej szóstki trafiły też: Marlyn Wescoff (później Meltzer), Ruth Lichterman (później Teitelbaum), Betty Snyder (później Holberton), Frances Bilas (później Spence) i Kay McNulty (późniejsza żona Johna Mauchly'ego). Stanowiły typową grupę kobiet z różnych środowisk rzuconych przez wojnę w jedno miejsce: Wescoff i Lichterman były żydówkami, Snyder kwakierką, McNulty irlandzką katoliczką, a Jennings niepraktykującą protestantką. Według Jennings „cudownie spędzało się nam razem czas, głównie dlatego, że wcześniej nigdy nie stykałyśmy się z osobami należącymi do innych religii. Zdarzały się nam bardzo ciekawe dyskusje o prawdach i przekonaniach religijnych. Mimo tego, co nas dzieliło, a może dzięki temu, naprawdę się lubiłyśmy”²⁷.

Latem 1945 roku całą szóstkę wysłano do ośrodka w Aberdeen, żeby nauczyła się korzystać z kart perforowanych IBM-u i okablowywać tablice rozdzielcze. „Prowadziłyśmy bardzo ciekawe dyskusje na temat religii, naszych rodzin, polityki i naszej pracy – wspominała McNulty. – Miałyśmy niewyczerpane tematy do rozmów”²⁸. Jennings przyjęła rolę nieformalnego przywódcy: „Razem pracowałyśmy, mieszkaliśmy, jadłyśmy i przesiadywałyśmy po nocach, omawiając, co tylko się dało”²⁹. Jako że wszystkie były stanu wolnego, a w otoczeniu miały mnóstwo samotnych żołnierzy, nawiązał się szereg pamiętnych romansów kultywowanych w kantynie oficerskiej przy koktajlach z ginem. Wescoff znalazła „wysokiego i całkiem przystojnego” żołnierza piechoty morskiej. Jennings z kolei dobrała sobie do pary pewnego sierżanta imieniem Pete, który był „atrakcyjny, ale nie typowo przystojny”. Pete pochodził z Missisipi, a Jennings nie kryła swojego sprzeciwu wobec segregacji rasowej: „Pete powiedział mi kiedyś, że przez to, jak otwarcie krytykuję dyskryminację, nigdy w życiu nie zabrałby mnie do Biloxi, bo by mnie tam zabili”³⁰.

Po sześciu tygodniach szkolenia szóstka młodych programistek przeniosła swoich chłopaków do archiwum pamięci i wróciła na Penn, gdzie wręczono im pokaźnych rozmiarów płachty papieru wypełnione diagramami i schematami ENIAC-a. „Przyszedł jakiś człowiek, przekazał

nam cały stos papierów, schematów okablowania wszystkich paneli i powiedział: »Macie, nauczcie się z tego, jak działa ta maszyna, a potem wymyślcie, jak ją programować«” – opowiadała McNulty³¹. Programowanie polegało na analizowaniu równań różniczkowych i określaniu, jak poprowadzić kable, by połączyć potrzebne obwody elektroniczne. „Uczenie się ENIAC-a ze schematów miało jedną wielką zaletę – zaczęliśmy rozumieć, co można, a czego nie można na nim zrobić – tłumaczyła Jennings. – Dzięki temu potrafiłyśmy diagnozować problemy praktycznie do poziomu pojedynczych lamp”. Jennings wspólnie ze Snyder opracowały system, który pozwalał szybko zlokalizować przepaloną lampę wśród osiemnastu tysięcy, które składały się na ENIAC-a. „Znałyśmy i maszynę, i zadanie, które miała wykonać, więc z czasem nauczyłyśmy się diagnozować usterki równie dobrze jak inżynierowie, jeśli nie lepiej. Nawet nie wiesz, jak im się to podobało. Mogli zostawić szukanie błędów w naszych rękach”³².

Według Snyder, przed użyciem każdej nowej konfiguracji kabli i przełączników grupa przygotowywała szczegółowe schematy. „Od tego zaczynałyśmy program” – opowiedziała, choć wtedy jeszcze nie posługiwały się tym słowem. Dokumentowanie każdej sekwencji zmian na papierze było też dla nich rodzajem zabezpieczenia. „Bałyśmy się, że jeśli popsujemy coś na tablicy rozdzielczej, obedną nas ze skóry” – wspominała Jennings³³.

Któregoś dnia do sali ćwiczeniowej, którą Jennings i Snyder zarekwirowały, żeby mieć miejsce do porozwijania schematów różnych modułów ENIAC-a, wśród których musiały coś znaleźć, wszedł pewien mężczyzna. Wyjaśnił, że kontroluje postępy prac budowlanych, i się przedstawił: „Cześć, jestem John Mauchly. Przyszedłem sprawdzić, czy sufit nie spada wam na głowę”. Dla obu było to pierwsze spotkanie z pomysłodawcą ENIAC-a, ale nie poczuły się ani trochę onieśmielone. „Ojej, ale się pan nam przyda – oznajmiła Jennings. – Proszę nam powiedzieć, jak działa ten cholerny akumulator”. Mauchly szczegółowo odpowiedział na to pytanie, a potem na szereg kolejnych. Na odchodnym

dodał: „Mój gabinet jest zaraz obok. Kiedy będziecie widziały, że jestem, możecie przychodzić ze wszystkimi pytaniami”.

Korzystały z jego propozycji prawie każdego dnia. „Był wspaniałym nauczycielem” – twierdziła Jennings. Zachęcał całą szóstkę, by puściły wodze wyobraźni i zastanawiały się, do czego poza obliczaniem trajektorii ENIAC mógłby przydać się w przyszłości. Mauchly zdawał sobie sprawę, że ENIAC nie będzie prawdziwym komputerem ogólnego przeznaczenia, póki nie stanie się źródłem inspiracji dla programistów zdolnych nakłonić jego obwody do realizacji zupełnie nowych zadań. „Ciągle się starał, żebyśmy nie myślały wciąż o jednym – wspominała Jennings. – Co rusz chciał, żebyśmy odwróciły jakąś macierz czy coś w tym rodzaju”³⁴.

Mniej więcej w tym samym czasie, co Hopper na Harvardzie, programistki ENIAC-a uczyły się korzystać z podprogramów. Okazało się bowiem, że obwody logiczne dysponują niewystarczającą pojemnością pamięci, by móc obliczać pewną kategorię trajektorii. Na rozwiązanie wpadła McNulty. „Aha! Już wiem, już wiem, już wiem – wypaliła pewnego dnia. – Możemy wykorzystać programator do powtórzenia kodu”. Pierwsza próba wypadła pomyślnie. „Zaczęłyśmy się zastanawiać nad potencjalnymi podprogramami, zagnieżdżaniem i tak dalej – wspominała Jennings. – To było praktyczne rozwiązanie tego konkretnego problemu, jak obliczyć tę trajektorię, bo dzięki pomysłowi, by nie powtarzać całego programu, można było powtórzyć tylko kawałki, zlecając to głównemu programatorowi. Ale kiedy już się wiedziało, że jest taka możliwość, człowiek zaczynał się uczyć projektować programy modułowo. Modularyzacja i podział na podprogramy to był prawdziwy przełom”³⁵.

W 2011 roku, krótko przed śmiercią, Jean Jennings Bartik przyznała, iż jest dumna, że zespół odpowiedzialny za programowanie pierwszego komputera ogólnego przeznaczenia składał się wyłącznie z kobiet: „Mimo że wyrosłyśmy w epoce, w której kobiety miały zasadniczo dość ograniczone możliwości kariery, pomogłyśmy zainicjować erę komputeryzacji”. Stało się tak między innymi dlatego, że wiele kobiet studiowało wtedy matematykę, więc ich umiejętności były nader cenne.

Pewną rolę odegrała też ironia: chłopcy nie chcieli dzielić się zabawkami, a byli przekonani, że najważniejszy jest sprzęt. „W świecie amerykańskiej nauki i inżynierii panował wówczas jeszcze większy seksizm niż dziś – wyjaśniała Jennings. – Gdyby administracja projektu ENIAC-a zdawała sobie sprawę, jak kluczowe dla funkcjonowania komputera elektronicznego i jak złożone okaże się programowanie, całkiem możliwe, że nie powierzyłaby tego zadania kobietom”³⁶.

Programy zapisywane w pamięci

Mauchly i Eckert od początku zdawali sobie sprawę z istnienia rozwiązań, które ułatwiłyby reprogramowanie ENIAC-a. Postanowili ich jednak nie wprowadzać, bo skomplikowałoby to konstrukcję komputera, a zadania, które pierwotnie przewidywano dla maszyny, nie wymagały częstego zmieniania programów. „Nie zastosowaliśmy żadnych rozwiązań pozwalających na automatyczne wprowadzanie zadań – napisali pod koniec 1943 roku w sprawozdaniu z postępu prac nad ENIAC-iem. – Ma to na celu uniknięcie niepotrzebnych komplikacji, ale wynika też z założenia, że ENIAC będzie wykorzystywany przede wszystkim do zadań, w których jedna konfiguracja będzie używana wielokrotnie, zanim pojawi się konieczność wprowadzenia nowego programu”³⁷.

Już na początku 1944 roku – ponad rok przed ukończeniem ENIAC-a – Mauchly i Eckert wiedzieli, że komputer dawałby się dużo łatwiej reprogramować, gdyby zapisać programy w jego wewnętrznej pamięci, zamiast ładować je za każdym razem od nowa. Wyczuwali, że będzie to następny wielki przełom. Komputer posiadający programy w pamięci mógłby momentalnie przełączać się pomiędzy zadaniami bez udziału ludzi przepinających kable i zmieniających położenie przełączników³⁸.

Do zapisania programu w maszynie potrzebna była odpowiednio pojemna pamięć. Eckert rozważył wiele potencjalnych sposobów jej budowy. „Programy te mogłyby być zapisane tymczasowo na dyskach magnetycznych albo permanentnie na dyskach trawionych” – napisał

w dokumencie ze stycznia 1944 roku³⁹. Jako że dyski takie były bardzo kosztowne, Eckert zaproponował, by w następcy ENIAC-a zastosować pamięci rtęciowe, czyli rodzaj tak zwanych akustycznych linii opóźniających. Była to technologia, która powstała w Bell Labs dzięki wysiłkom inżyniera Williama Shockley’ego (który jeszcze nieraz zostanie wspomniany w tej książce), a następnie została dopracowana w MIT. Jej działanie polegało na magazynowaniu danych pod postacią fal rozchodzących się w długiej rurze wypełnionej gęstą, ciężką cieczą, na przykład rtęcią. Na jednym końcu rury znajdował się kwarcowy przetwornik zamieniający dane w postaci sygnału elektrycznego na serię impulsów, które przesuwają się wzdłuż rury. Fale te można było dowolnie długo odświeżać elektrycznie. Ten sam przetwornik odczytywał dane, przekładając drgania cieczy z powrotem na sygnał elektryczny. Pamięci te przechowywały około tysiąca bitów w cenie sto razy mniejszej niż układ lampowy o zbliżonej pojemności. „Następca ENIAC-a – napisali Eckert i Mauchly w dokumencie datowanym na lato 1944 roku – powinien być wyposażony w pamięć rtęciową o znacznej pojemności, w której mógłby przechowywać w formie cyfrowej zarówno dane, jak i podstawowe programy”.

John von Neumann

Tu na scenie z powrotem pojawia się jedna z najbardziej interesujących postaci w historii komputeryzacji. Mowa o Johnie von Neumannie – tym samym matematyku węgierskiego pochodzenia, który odgrywał rolę mentora Turinga podczas jego wizyty na Uniwersytecie Princeton i proponował mu stanowisko swojego asystenta. Był to człowiek, którego charakteryzowały entuzjastyczna wszechstronność i starannie kultywowany intelektualizm. Dokonał znacznego wkładu w statystykę, teorię zbiorów, geometrię, mechanikę kwantową, konstrukcję broni atomowej, dynamikę płynów i teorię gier. W informatyce zaś zapisał się – może nie do końca zasłużenie – jako twórca „architektury von Neumanna”: znacznie

rozwiniętej w stosunku do ówczesnych rozwiązań koncepcji komputerów z programami przechowywanymi w pamięci, którą rozważali Eckert, Mauchly i ich koledzy po fachu⁴⁰.

Von Neumann przyszedł na świat w 1903 roku w Budapeszcie. Był dzieckiem zamożnej żydowskiej rodziny i wychował się w okresie przepychu i swobód, który nastąpił po zniesieniu przez Austro-Węgry praw dyskryminujących Żydów. W 1913 roku cesarz Franciszek Józef nadał ojcu Johna, bankierowi Maxowi Neumannowi, dziedziczny tytuł szlachecki za „zasługi na polu finansowości”. Od tej chwili rodzina mogła się tytułować margittai Neumann, czy też po niemiecku von Neumann. János (używający zdrobnienia Jancsi, a później, w Stanach, zanglicyzowanej wersji John albo Johnny) był najstarszym z trójki braci, którzy po śmierci ojca przeszli na katolicyzm („dla wygody”, jak przyznał jeden z nich)⁴¹.

Von Neumann był kolejnym innowatorem działającym u zbiegu nauk humanistycznych i ścisłych. „Ojciec był poetą amatorem i żywił przekonanie, że poezja oprócz emocji może również przekazywać idee filozoficzne – wspominał brat Johna, Nicolas. – Uważał poezję za język w obrębie języka, co może być w jakiś sposób związane z późniejszymi rozważaniami Johna na temat języków komputera i mózgu”. Jeżeli zaś chodzi o matkę, to Nicolas pisał: „Wierzyła, że muzyka, sztuka i inne doznania natury estetycznej zajmują bardzo istotne miejsce w naszym życiu i że elegancja to jakość, którą należy starannie pielęgnować”⁴².

Nadprzyrodzony geniusz młodego von Neumanna jest tematem wielu anegdot, z czego niektóre prawdopodobnie są prawdziwe. W wieku lat sześciu rzekomo znał starożytną grekę na tyle dobrze, by przekomarzać się w niej z ojcem, a do tego potrafił podzielić w głowie dwie ośmiocyfrowe liczby. Zabawiał gości, zapamiętując strony książki telefonicznej albo recytując długie fragmenty przeczytanych wcześniej powieści i artykułów w dowolnym z pięciu znanych sobie języków. „Jeśli kiedyś wykształci się rasa genialnych nadludzi – stwierdził pewnego razu twórca bomby wodorowej Edward Teller – jej przedstawiciele będą przypominali Johnny’ego von Neumanna”⁴³.

Poza nauką w szkole von Neumann pobierał korepetycje z matematyki oraz języków obcych. W wieku piętnastu lat zdążył już opanować zaawansowane techniki rachunku całkowego i różniczkowego. W 1919 roku, kiedy władzę na Węgrzech przejął na krótko komunista Béla Kun, von Neumann kontynuował edukację w Wiedniu, a potem w pewnym kurorcie nad Adriatykiem, nabierając dożywotniej niechęci do komunizmu. Von Neumann studiował chemię na Politechnice Federalnej w Zurychu (gdzie kształcił się też Einstein) oraz matematykę w Berlinie i Budapeszcie. W 1926 roku zdobył doktorat, a w 1930 wyjechał na Princeton uczyć fizyki kwantowej. Postanowił tam zostać, kiedy mianowano go (wraz z Einsteinem i Gödlem) jednym z członków założycieli Instytutu Badań Zaawansowanych⁴⁴.

Choć dziś von Neumanna i Turinga wymienia się jednym tchem jako twórców teorii, na których bazują komputery ogólnego przeznaczenia, w rzeczywistości byli ludźmi krańcowo odmiennymi pod względem osobowości i temperamentu. Turing wiódł spartańską egzystencję, wynajmował pokoje w akademikach albo hostelach i zasadniczo unikał kontaktów z innymi. Von Neumann z kolei był eleganckim bon vivantem, który raz albo dwa razy w tygodniu urządzał wspólnie z żoną huczne przyjęcia w swoim olbrzymim domu w Princeton. Turing uprawiał biegi długodystansowe, von Neumannowi zaś, mimo że interesowało go prawie wszystko, pomysł, by pobiec (na dowolny dystans), nigdy nawet nie zaświtałby w głowie. Matka Turinga powiedziała kiedyś o synu: „Jego ubiór i maniery cechowała niechlujność”. Von Neumann – przeciwnie, niezależnie od okazji, nawet na przejażdżkę Wielkim Kanionem na oślim grzbiecie, wdziawał trzyczęściowy garnitur. Już jako student ubierał się tak starannie, że słynny matematyk David Hilbert, kiedy spotkał go po raz pierwszy, chciał wiedzieć tylko jedno: jak się nazywa jego krawiec⁴⁵.

Von Neumann uwielbiał zabawiać gości, opowiadając dowcipy i recytując pikantne limeryki. Miał też w zwyczaju jeść bez opamiętania, co jego żona skwitowała kiedyś stwierdzeniem, że John umie liczyć wszystko oprócz kalorii. Był piratem drogowym, który regularnie kupował,

a następnie rozbijał wystrzałowe cadillaki. „Kupował co najmniej jednego rocznie niezależnie od tego, czy roztrzaskał poprzedniego, czy nie” – napisał historyk nauki George Dyson⁴⁶.

Pod koniec lat trzydziestych XX wieku Neumann zainteresował się sposobami matematycznego modelowania fal uderzeniowych wywoływanych przez eksplozje. Dzięki doświadczeniu, które zdobył, zajmując się tą tematyką w Instytucie Badań Zaawansowanych, został w 1943 roku członkiem projektu Manhattan i zaczął regularnie wyjeżdżać do tajnej bazy w Los Alamos w stanie Nowy Meksyk, gdzie pracowano nad bronią atomową. Jako że Stany Zjednoczone nie dysponowały dostateczną ilością uranu-235, by zbudować więcej niż jedną bombę, naukowcy z Los Alamos wpadli na pomysł, by skonstruować broń wykorzystującą pluton-239. Von Neumann skoncentrował się na projektowaniu soczewki wybuchowej, której zadaniem miało być skompresowanie plutonowego rdzenia bomby tak, by osiągnął masę krytyczną^{iv}.

Ocena różnych wariantów implozji wymagała rozwiązywania olbrzymiej liczby równań, pozwalających określić szybkość zmian ciśnienia powietrza i innych materiałów w ułamkach sekundy po eksplozji. Von Neumann doszedł wtedy do wniosku, że musi się rozeznac w możliwościach najszybszych komputerów.

Latem 1944 roku misja ta zawiodła go do Bell Labs, gdzie chciał przeanalizować usprawnione wersje kalkulatora liczb zespolonych George’a Stibitza. Najnowsza z nich dysponowała innowacyjnym rozwiązaniem, które uznał za nadzwyczaj pomysłowe: taśma perforowana, którą czytywał komputer, zawierała zarówno instrukcje, jak i dane. Von Neumann spędził też trochę czasu na Harvardzie, żeby ocenić, czy Mark I Howarda Aikena będzie mógł pomóc w jego obliczeniach. Przez całe lato i jesień krążył pociągiem pomiędzy Harvardem, Princeton, Bell Labs i poligonem w Aberdeen, odgrywając rolę intelektualnego zapylacza roznoszącego pomiędzy zespołami koncepcje, które utkwiły mu w głowie. Zupełnie jak John Mauchly, którego wojaże połączone ze zbieraniem pomysłów doprowadziły do powstania pierwszego sprawnego komputera

elektronicznego, von Neumann gromadził części składowe przyszłej architektury komputera z programami zapisanymi w pamięci.

Na Harvardzie Grace Hopper wraz ze swoim partnerem programistą Richardem Blochem przygotowali von Neumannowi miejsce do pracy w sali konferencyjnej tuż obok pomieszczenia, w którym mieścił się komputer. Von Neumann i Bloch wypisywali równania na tablicy i wprowadzali je do maszyny, a Hopper na bieżąco odczytywała wyniki pośrednie. Według Hopper von Neumann często wypadał ze swojej salki, kiedy maszyna jeszcze liczyła, i przewidywał, jaki będzie wynik. „Nigdy nie zapomnę, jak oni wypadali z tego zaplecza i zaraz zaszywali się tam z powrotem; zapisywali [równania] na tablicy, a von Neumann przewidywał wynik, w dziewięćdziesięciu dziewięciu procentach przypadków z nadzwyczajną dokładnością. [...] To było niesamowite – ekscytowała się Hopper. – On miał po prostu taką zdolność, że wiedział albo wyczuwał, do czego zmierzają obliczenia”⁴⁷.

Von Neumann zrobił duże wrażenie na zespole Aikena swoim koleżeńskim nastawieniem. Co prawda wchłaniał ich koncepcje i przypisywał sobie autorstwo niektórych, ale podkreślał, że pomysły nie powinny być niczyją własnością. Kiedy nakazano im przygotować raport z prac, von Neumann nalegał, żeby nazwisko Blocha widniało na nim jako pierwsze. „Naprawdę nie uważałem, że na to zasługuję, ale tak w końcu wyszło i do dziś miło to wspominać” – powiedział potem Bloch⁴⁸. Aiken też był zdania, że pomysłami warto się dzielić. „Nie martw się, że ktoś ukradnie ci pomysł – wyjaśnił kiedyś studentowi. – Jeśli jest naprawdę oryginalny, będziesz musiał się sporo namęczyć, by przekonać do niego innych”. Jednak również jego zaskakiwała, a nawet trochę martwiła nonszalancja, z jaką von Neumann traktował autorstwo pomysłów. „Opowiadał o różnych koncepcjach tak, jakby nie miało dla niego znaczenia, w czyjej głowie się zrodziły” – wspominał⁴⁹.

Elektromechaniczny Mark I nie spełnił oczekiwań von Neumanna, bo był straszliwie powolny. Obliczenia potrzebne do zbudowania bomby trwałyby miesiącami. Wprowadzanie programów z taśm perforowanych rzeczywiście

było wygodne, ale odbywało się ręcznie – po każdym wywołaniu podprogramu maszyna czekała, aż ktoś wymieni taśmę. Von Neumann doszedł do wniosku, że jedynym sposobem, by zaspokoić jego potrzeby, będzie zbudowanie w pełni elektronicznego komputera, zdolnego przechowywać i modyfikować programy w pamięci wewnętrznej.

Od tej chwili było niemal pewne, że von Neumann osobiście przyłoży się do następnego wielkiego przełomu. Nie musiał długo czekać. W sierpniu 1944 roku na peronie dworca kolejowego przy poligonie w Aberdeen natknął się przypadkiem na pewną szczególną osobę.

Von Neumann na Penn

Tak się złożyło, że poza von Neumannem na pociąg w kierunku północnym czekał kapitan Herman Goldstine – ten sam koordynator wojskowy, który współpracował z Mauchlym i Eckertem nad ENIAC-iem. Goldstine nigdy wcześniej nie spotkał von Neumanna osobiście, ale natychmiast go rozpoznał. W świecie matematyki von Neumann był szczególną postacią, a Goldstine’a geniusze fascynowali podobnie jak innych gwiazdy ekranu. „Wymagało więc ode mnie znacznej śmiałości, by podejść do tego światowej sławy człowieka, przedstawić się i nawiązać rozmowę – wspominał potem. – Na szczęście von Neumann okazał się serdeczną, przyjazną osobą, która ze wszelkich miar dba, by inni czuli się komfortowo w jej obecności”. Rozmowa stała się dla Goldstine’a o wiele bardziej wymagająca, kiedy von Neumann odkrył, na czym polega jego praca. „Kiedy von Neumann zdał sobie sprawę, że zajmuję się budową elektronicznego komputera zdolnego wykonać 333 operacje mnożenia na sekundę, nasza luźna, żartobliwa rozmowa z miejsca przerodziła się w coś przypominającego ustny egzamin doktorski z matematyki”⁵⁰.

Kilka dni później von Neumann na prośbę Goldstine’a odwiedził Penn i zapoznał się z powstającym tam ENIAC-iem. Presper Eckert ucieszył się, że pozna słynnego matematyka, i wpadł na pomysł, jak ocenić, czy jego reputacja jest w pełni zasłużona: uznał, że „prawdziwy geniusz”

w pierwszej kolejności zapytałby o logiczną strukturę maszyny. Kiedy rzeczywiście okazało się, że jest to pierwsza rzecz, o której wyjaśnienie poprosił von Neumann, Eckert nabrał do niego szacunku⁵¹.

ENIAC był zdolny rozwiązać w niecałą godzinę równanie różniczkowe cząstkowe, na które harwardzki Mark I potrzebował osiemdziesięciu godzin. Von Neumann uznał to za imponujące osiągnięcie. Reprogramowanie ENIAC-a nierzadko jednak wymagało wielu godzin pracy, co stanowiło poważną wadę przy większej liczbie zróżnicowanych obliczeń. Mauchly i Eckert spędzili cały 1944 rok, rozważając sposoby przechowywania programów w maszynie. Przybycie von Neumanna, którego głowa niemal kipiała od pomysłów zaabsorbowanych na Harvardzie, w Bell Labs i w wielu innych miejscach, przeniosło ich rozważania na temat pamięci komputerowej na zupełnie inny poziom.

Von Neumann został oficjalnym konsultantem zespołu ENIAC-a i zaczął promować pomysł, by przechowywać w jednym miejscu w pamięci zarówno program, jak i jego dane. Miało to pozwolić łatwo modyfikować program w trakcie wykonywania. Podczas pierwszego formalnego dnia pracy von Neumanna, który wypadł w pierwszym tygodniu września 1944 roku, Mauchly i Eckert szczegółowo wyjaśnili mu działanie maszyny i podzielili się przemyśleniami na temat wyposażenia kolejnej wersji we „wspólne, adresowalne urządzenie przechowujące”, które służyłoby za pamięć na dane i instrukcje dla maszyny. Goldstine jeszcze w tym samym tygodniu napisał list do swojego zwierzchnika: „Sugerujemy zastosowanie centralnego programatora, w którym program byłby przechowywany w formie kodu na urządzeniach takich jak to, które proponujemy powyżej”⁵².

Spotkania von Neumanna z zespołem ENIAC-a, w szczególności zaś cztery formalne sesje, które miały miejsce wiosną 1945 roku, nabrały takiego znaczenia, że zaczęto sporządzać sprawozdania z ich przebiegu, opatrzone tytułem „Spotkania z von Neumannem”. Miały one w sobie wiele z dyskusji sokratejskich, a słynny matematyk kręcił się podczas nich przy tablicy i z oddaniem odgrywał rolę moderatora. Chłonał przy tym pomysły,

doskonalił je i zapisywał na tablicy. „Zwykle stawał u szczytu sali, jak profesor – wspominała Jean Jennings. – Konsultowaliśmy z nim konkretne problemy i zawsze dokładaliśmy wszelkich starań, by nasze pytania dotyczyły fundamentalnych zagadnień, których nie umieliśmy rozgryźć, a nie problemów czysto technicznych”⁵³.

Von Neumann był otwarty na krytykę, ale intelektualnie onieśmielał, więc kiedy przedstawiał swoje zdanie, zwykle nikt nie dawał mu odporu. Wyjątkiem była Jennings. Pewnego dnia sprzeciwiła się czemuś, co mówił, na co obecni na sali mężczyźni zareagowali, kierując na nią niedowierzające spojrzenia. Tymczasem von Neumann zamyślił się, przekrzywił głowę i po chwili przyznał jej rację. Umiał słuchać. Poza tym do perfekcji opanował sztukę udawania pokory, co zjednywało mu niebywałą sympatię⁵⁴. „Był niezwykłym przypadkiem: człowiekiem genialnym, który wie, że jest genialny, ale przedstawiającym swoje pomysły w skromny, wręcz nieśmiały sposób – twierdziła Jennings. – Niby nie potrafił ustać w miejscu i cały czas krążył nerwowo po sali, ale kiedy prezentował swoje pomysły, robił to tak, jakby prawie przepraszał, że się z tobą nie zgadza albo wpadł na coś lepszego niż ty”.

Szczególną zasługą von Neumanna była konceptualizacja fundamentów, na których powinno się zasadzać tworzenie oprogramowania komputerów. W latach czterdziestych XX wieku programowanie nie było jeszcze pełnoprawnym zawodem i stan ten nie uległ większej zmianie od czasu, kiedy to Ada Lovelace spisała sekwencję, dzięki której maszyna analityczna miała generować liczby Bernoulliego. Von Neumann zdał sobie sprawę, że dobry zestaw instrukcji musi bazować na żelaznej logice i posługiwać się precyzyjnymi wyrażeniami. „Bardzo starannie tłumaczył, dlaczego potrzebowaliśmy danej instrukcji albo dlaczego z innej można było zrezygnować – wspominała Jennings. – To dzięki niemu po raz pierwszy dostrzegłam, jak ważny jest dobór kodów, przyświecająca im logika i to, czy zestaw instrukcji zawiera wszystkie wymagane składniki”. Był to przejaw ogólniejszego talentu von Neumanna, polegającego na dostrzeganiu sedna nowych koncepcji. „Cechą, która wyróżniała von

Neumanna i która, jak zauważyłam, charakteryzowała też innych geniuszy, była zdolność dostrzeżenia w każdym zagadnieniu tej jednej, najważniejszej rzeczy”⁵⁵.

Von Neumann dobrze wiedział, w czym kryje się prawdziwa wartość pracy, którą wykonywał z zespołem ENIAC-a. Ulepszenie komputera tak, by dało się go szybciej reprogramować, miało drugorzędne znaczenie. Ważniejsze było realizowanie wizji Ady: zaprojektowanie maszyny zdolnej wykonywać dowolne operacje logiczne na dowolnych zbiorach znaków. Jak napisał George Dyson: „Komputer z programami zapisanymi w pamięci, zrodzony w głowie Alana Turinga i przekuty na rzeczywistość przez Johna von Neumanna, zniósł rozróżnienie pomiędzy liczbami, które coś znaczą, i liczbami, które coś robią. Jego powstanie raz na zawsze odmieniło nasz wszechświat”⁵⁶.

Von Neumann lepiej od współpracowników rozumiał też, że system przechowujący dane i ciągi instrukcji w tej samej pamięci wyróżnia się pewną ważną cechą. Kiedy zastosuje się pamięć pozwalającą wymazywać dane, czyli – jak byśmy ją dziś nazwali – wielokrotnego zapisu, przechowywane w niej instrukcje można modyfikować nie tylko po wykonaniu programu, ale i w jego trakcie. Pozwala to komputerowi zmieniać realizowany program na bazie otrzymywanych wyników. Aby to wykorzystać, von Neumann wymyślił język programowania z adresowaniem zmiennych, który dawał możliwość swobodnej zamiany instrukcji bez konieczności zatrzymywania programu⁵⁷.

Zespół z Penn zaproponował Armii Stanów Zjednoczonych budowę nowego ENIAC-a zawierającego te i inne ulepszenia. Miał działać w systemie binarnym zamiast dziesiętnego, posiadać pamięć rtęciową i korzystać z większości, ale nie wszystkich, elementów systemu, który zaczęto z czasem nazywać „architekturą von Neumanna”. Nazwa, którą pierwotnie zaproponowano, brzmiała Electronic Discrete Variable Automatic Calculator (Elektroniczny Automatyczny Kalkulator Zmiennych Dyskretnych). Tymczasem coraz częściej nazywano maszynę „komputerem”, bo mogła o wiele więcej, niż tylko liczyć. Nie miało to

jednak większego znaczenia. Wszyscy i tak mówili na nią EDVAC.

W późniejszych latach toczyły się zawzięte debaty na temat tego, kto miał największy wkład w pomysły opracowane w 1944 i na początku 1945 roku, które zaowocowały powstaniem komputerów z programami przechowywanymi w pamięci. Miejscem starć stały się rozprawy patentowe, konferencje, łamy książek i przeczące sobie wzajemnie opracowania historyczne. Moja wersja wydarzeń honoruje przede wszystkim Eckerta i Mauchly'ego jako twórców pierwotnej koncepcji oraz von Neumanna za dostrzeżenie, jak wiele zyskuje program, który może automatycznie korzystać z generowanych przez siebie danych, oraz za stworzenie języka programowania z adresowaniem zmiennych, który umożliwił pisanie takich programów. Ważniejsze jednak od dochodzenia autorstwa pomysłów jest to, by docenić fakt, że innowacyjne rozwiązania, które powstały na Penn, były – ponownie – dziełem zbiorowej kreatywności. Von Neumann, Eckert, Mauchly, Goldstine, Jennings i inni przerzucali się pomysłami, w razie potrzeby zasięgając wiedzy u inżynierów, elektroników, materiałoznawców i programistów.

Większość z nas przynajmniej raz brała udział w burzy mózgów, która zaowocowała kreatywnymi pomysłami. Jak wiadomo, wystarczy kilka dni, by rozmyślała się pamięć o tym, kto i kiedy zaproponował coś jako pierwszy. Wychodzi wtedy na jaw, że pomysły opracowane przez naszą grupę powstały stopniowo na skutek wymiany zdań, a nie dlatego, że jeden z nas rzucił na stół coś zupełnie oryginalnego. Okazuje się, że nasza kreatywność miała postać iskier wykrzesanych przez pocieranie jednymi intelektami o drugie, a nie objawienia, które spadło niczym uderzenie pioruna. To samo działo się w Bell Labs, Los Alamos, Bletchley Park i na Penn. Jednym z najwartościowszych talentów von Neumanna było odnajdywanie się w roli impresaria w zespołowym procesie twórczym. Potrafił pytać, słuchać, w łagodny sposób proponować rozwiązania oraz artykułować i porównywać pomysły.

Skłonność von Neumanna do gromadzenia i porównywania pomysłów

w połączeniu z tym, że nie przejmował się zbytnio, kto był ich autorem, bardzo pomogła zasiać, a później rozwinąć koncepcje, na których po części bazował EDVAC. Irytowała jednak tych, którym zależało na zasłużonym uznaniu, a w niektórych przypadkach również na prawach do własności intelektualnej. Kiedy von Neumann pewnego razu oświadczył, że nie da się określić autorstwa pomysłów, które były omawiane na forum grupy, Eckert odparł ponoć: „Naprawdę?”⁵⁸.

Podejście von Neumanna miało i wady, i zalety, czego dowiodły wydarzenia z czerwca 1945 roku. Po dziesięciu miesiącach angażowania się z doskoku w pracę wykonywaną na Penn von Neumann zaproponował, że treści na papierze przedmiot dyskusji prowadzonych przez zespół. Jak powiedział, tak zrobił. Zajął sobie pisaniem wolny czas, który dawała mu długa podróż pociągiem do Los Alamos.



John von Neumann (1903–1957) w 1954 roku



Herman Goldstine (1913–2004) około 1944 roku



Rok 1952. Presper Eckert (pośrodku) i prezenter telewizji CBS Walter Cronkite (po prawej)

oglądają prognozę wyborczą przygotowaną przez UNIVAC-a

W ręcznie spisany, gęsto usiany matematycznymi wzorami sprawozdaniu, które przesłał Goldstine'owi pocztą, von Neumann drobiazgowo przedstawił strukturę fizyczną i logiczną proponowanego komputera oraz argumenty za tym, by „potraktować całą pamięć jako jeden narząd”. Kiedy Eckert zażądał wyjaśnienia, dlaczego von Neumann sam przygotowuje artykuł na temat pomysłów, które powstały przy udziale innych ludzi, Goldstine zapewnił go, że: „On chce to sobie po prostu ułożyć w głowie i wybrał taki sposób, że pisze do mnie listy, a ja mu w razie czego odpisuję, kiedy coś źle zrozumie”⁵⁹.

Von Neumann zostawił w sprawozdaniu wolne miejsca na dodanie

nazwisk i odsyłać do prac innych ludzi. Ani razu też nie posłużył się akronimem EDVAC. Goldstine jednak, kiedy oddał jego zapiski do przepisania na maszynie (było ich aż sto jeden stron), kazał podpisać gotowy raport wyłącznie nazwiskiem swojego bohatera. Na stronie tytułowej, którą samodzielnie sporządził, napisał zaś: *First Draft of a Report on the EDVAC, by John von Neumann* („Wstępny raport z prac nad EDVAC-iem autorstwa Johna von Neumanna”). Całość skopiował dwadzieścia cztery razy na powielaczu i do końca czerwca 1945 roku rozesłał w szereg wybranych miejsc⁶⁰.

First Draft był niebywale przydatnym dokumentem, który wyznaczył drogę rozwoju komputerów na co najmniej następne dziesięć lat. Decyzja von Neumanna, by pozwolić Goldstine’owi na jego rozprowadzenie, odzwierciedlała otwartość naukowców akademickich, szczególnie zaś matematyków, którym zawsze bardziej zależało na publikowaniu artykułów i rozpowszechnianiu wiedzy niż na patentowaniu własności intelektualnej. „Zamierzam ze swojej strony robić wszystko, by ta dziedzina w jak największym stopniu pozostała w domenie publicznej (z punktu widzenia prawa patentowego)” – wyjaśnił von Neumann koledze. Później powiedział też, że napisał sprawozdanie w dwóch celach: „by poprawić precyzję i koordynację rozważań grupy pracującej nad EDVAC-iem” oraz „popchnąć do przodu rozwój sztuki budowania szybkich komputerów”. Wyjaśnił też, że nie było jego zamiarem rościć sobie prawa do przedstawionych koncepcji ani że nie składał wniosków patentowych na nie⁶¹.

Eckert i Mauchly widzieli to inaczej. „Ostatecznie uznaliśmy von Neumanna za złodzieja cudzych pomysłów, a Goldstine’a za jego głównego pasera – stwierdził później Eckert. – Von Neumann wykradał owoce wysiłków zespołu z Moore School [na Penn] i próbował udawać, że są to rzeczy, które sam opracował”⁶². Tego samego zdania była Jean Jennings, której sprawiło dużą przykrość, że Goldstine „tak entuzjastycznie wspierał krzywdzące poczynania von Neumanna i zasadniczo pomógł mu wykraść osiągnięcia Eckerta, Mauchly’ego i reszty grupy z Moore School”⁶³.

Mauchly’ego i Eckerta szczególnie ubodło, że kiedy podjęli próbę

opatentowania wielu pomysłów, które zostały wykorzystane w ENIAC-u i EDVAC-u, okazało się, że od chwili rozesłania sprawozdania von Neumanna znajdowały się one w domenie publicznej. Jak usłyszeli od prawników wojskowych, a później w szeregu sądów, nie należał im się patent na architekturę komputera przechowującego programy w pamięci, bo była już ona przedmiotem „uprzedniej publikacji”.

Te dysputy patentowe były zapowiedzią ważnego podziału, który dokonał się w erze cyfrowej. Z jednej strony barykady stanęli ludzie, którzy uważają, że własnością intelektualną należy się dzielić i w miarę możliwości umieszczać ją w domenie publicznej oraz bibliotekach open source. Wyznawcami tego podejścia jest większość projektantów internetu i WWW. Rzeczywiście może ono napędzać innowację, bo pozwala na błyskawiczne rozprowadzanie pomysłów i crowdsourcing usprawnień. Przeciwnikami modelu otwartego są zaś zwolennicy ochrony praw autorskich i umożliwiania wynalazcom zarabiania na pomysłach i innowacjach. Ścieżka ta, którą podążyla większość przedstawicieli branży komputerowej, elektronicznej i półprzewodnikowej, zapewnia bodźce finansowe i dostęp do inwestycji kapitałowych, czym zachęca do innowacji i podejmowania ryzyka. Przez siedemdziesiąt lat, które minęły, od kiedy Goldstine umieścił *First Draft* von Neumanna w domenie publicznej, w świecie komputerów dominowała raczej, z kilkoma wartymi uwagi wyjątkami, prywatna działalność komercyjna. Rok 2011 to szczególny kamień milowy: Apple i Google wydały na postępowania sądowe i opłaty patentowe więcej niż na badania i rozwój nowych produktów⁶⁴.

Upublicznienie ENIAC-a

Podczas gdy zespół z Penn projektował EDVAC-a, ich poprzedni komputer, ENIAC, wymagał jeszcze mnóstwa pracy. Uruchomiono go wreszcie jesienią 1945 roku.

Do tego czasu wojna się skończyła i nie trzeba już było obliczać trajektorii pocisków artyleryjskich. Mimo to pierwsze zadanie ENIAC-

a było związane z uzbrojeniem i zostało zlecone w tajemnicy przez laboratorium atomowe w Los Alamos w Nowym Meksyku. Zatrudniony tam Edward Teller, fizyk teoretyczny węgierskiego pochodzenia, wpadł na pomysł zbudowania bomby wodorowej (którą nazwano Super). Broń ta miała brać siłę niszczącą z reakcji fuzji wodoru, którą zapoczątkowywałaby eksplozja mniejszego ładunku jądrowego. Aby określić, jak dokładnie powinien przebiegać ten proces, badacze musieli go rozłożyć na etapy trwające jedną dziesięciomilionową część sekundy i dokładnie obliczyć energię reakcji w każdym z nich.

Gigantyczne równania zostały dostarczone na Penn w październiku i przekazane przy zachowaniu wszelkich środków ostrożności ekipie ENIAC-a. Wprowadzenie danych do komputera pochłonęło prawie milion kart perforowanych. Goldstine ściągnął Jennings wraz z wieloma innymi programistkami do sali mieszczącej komputer, żeby móc bezpośrednio kierować ich pracą. ENIAC wywiązał się z zadania, wykazując przy okazji, że projekt Tellera nie nadaje się do realizacji. Z pomocą matematyka polskiego pochodzenia, Stanisława Ulama (i Klausa Fuchsa, który później okazał się radzieckim szpiegiem), Teller opracował poprawioną wersję bomby wodorowej zdolną wywołać potężną reakcję termojądrową⁶⁵.

Póki ENIAC wykonywał tego rodzaju poufne obliczenia, jego istnienie utrzymywano w tajemnicy. Zaprezentowano go publicznie dopiero 15 lutego 1946 roku na gali zorganizowanej wspólnie przez Armię Stanów Zjednoczonych i Uniwersytet Pensylwanii, którą poprzedziła seria wywiadów prasowych⁶⁶. Goldstine postanowił, że kulminacyjnym momentem wieczoru będzie demonstracja obliczeń trajektorii pocisku artyleryjskiego. Dwa tygodnie przed datą wydarzenia zaprosił więc do siebie Jean Jennings i Betty Snyder. Podczas gdy Adele szykowała herbatę, spytał je, czy byłyby zdolne przygotować na czas odpowiedni program. „Jak najbardziej” – obiecała Jennings. Zwykle rzadko miały okazję do bezpośredniej pracy z maszyną, więc propozycja Goldstine’a była dla nich ekscytująca⁶⁷. Niedługo potem zabrały się do wpinania szyn pamięci

w odpowiednie jednostki obliczeniowe i przygotowywania pojemników na karty z programami.

Mężczyźni odpowiedzialni za komputer zdawali sobie sprawę, że powodzenie ich demonstracji znajduje się w rękach tych dwóch kobiet. Mauchly odwiedził je w pierwszą sobotę, przynosząc na pokrzepienie butelkę morelowej brandy. Jennings wspomina, że: „Była pyszna. Od tamtego dnia zawsze trzymałam w spiżarni butelkę morelowej brandy”. Kilka dni później zjawił się u nich dziekan Wydziału Elektrotechniki z papierową torebką kryjącą butelkę burbona. „Oby tak dalej” – powiedział. Snyder i Jennings na co dzień raczej nie piły, ale prezenty spełniły swoje zadanie. „Nie pozwoliły nam zapomnieć, jak ważna jest ta prezentacja” – wyjaśniła Jennings⁶⁸.

Demonstracja przypadała na dzień po walentynkach, ale zwykle bardzo towarzyskie Snyder i Jennings nie świętowały. „Zamiast tego zaszyłyśmy się z tą cudowną maszyną, ENIAC-iem, i w pośpiechu wprowadzałyśmy ostatnie poprawki” – wspominała Jennings. Sen spędzała im z oczu jedna usterka: choć program wypluwał dane trajektorii jak za dotknięciem czarodziejskiej różdżki, zwyczajnie nie wiedział, kiedy przestać. Po osiągnięciu punktu, w którym pocisk uderzyłby w ziemię, w najlepsze kontynuował obliczenia, „jakby nasz hipotetyczny pocisk przekopywał się przez grunt w tym samym tempie, w jakim przecinał powietrze – opisała to Jennings. – Zdawałyśmy sobie sprawę, że jeśli nie rozwiążemy tego problemu, to demonstracja spali na panewce, a ludzie, którzy opracowali i zbudowali ENIAC-a, najedzą się wstydu”⁶⁹.

Jennings i Snyder pracowały do późna, mając nadzieję, że uda im się naprawić błąd przed konferencją prasową. O północy w końcu poddały się, bo Snyder musiała zdążyć na ostatni pociąg, którym mogła wrócić do swojego mieszkania na przedmieściach. Dopiero kiedy Betty poszła spać, zrozumiała, na czym polegał problem: „Obudziłam się w środku nocy, myśląc o tym błędzie. [...] Wróciłam do pracy, specjalnie pojechałam pierwszym porannym pociągiem, żeby sprawdzić jeden przewód”. Problem polegał na tym, że pewien parametr jednej z pętli »do« różnił się jedną

cyfrą od oczekiwanego. Snyder przełączyła odpowiedni włącznik i błąd zniknął. „Betty miała we śnie więcej logicznych pomysłów niż większość ludzi na jawie – zachwycała się później Jennings. – Kiedy poszła spać, jej podświadomość rozsypłała węzeł, z którym świadomy umysł nie umiał sobie poradzić”⁷⁰.

Podczas demonstracji ENIAC potrzebował jedynie piętnastu sekund, by wypluć zestaw trajektorii, których obliczenie nawet przy wsparciu analizatora różniczkowego zajęłoby wykwalifikowanym rachmistrzom kilka tygodni. Mauchly i Eckert, jak przystało na innowatorów, zadbali o odpowiednio dramatyczną oprawę. Akumulatory arytmetyczne ENIAC-a były zbudowane z lamp próżniowych ułożonych w matryce dziesięć na dziesięć. Czubki tych lamp wystawały przez otwory w przednim panelu komputera, ale słabiutkie neonówki, które sygnalizowały stan akumulatorów, dawały ledwie widoczne światło. Eckert wpadł na pomysł: rozpołowił piłeczki pingpongowe, opisał cyframi i nałożył je na neonówki, po czym polecił wyłączyć światło, kiedy komputer rozpocznie obliczenia. Widownia zachwyciła się spektaklem mrugających lampek, które wkrótce stały się regularnymi gośćmi w filmach i serialach telewizyjnych. „W miarę postępów w obliczeniach liczby zbierały się w akumulatorach i były przenoszone z miejsca na miejsce, a lampki błyskały jak żarówki na afiszach w Las Vegas – opowiadała Jennings. – Dałyśmy sobie radę. Zaprogramowałyśmy ENIAC-a”⁷¹. Warto to powtórzyć: zaprogramowały ENIAC-a.

Demonstracja ENIAC-a trafiła na pierwszą stronę „New York Timesa” z nagłówkiem „Elektroniczny komputer wybłyskuje odpowiedzi, możliwe, że przyspieszy rozwój inżynierii”. Artykuł zaczynał się od słów: „Departament Wojny ujawnił dziś jedną z najściślej chronionych tajemnic wojskowych – nadzwyczajną, pierwszą w świecie maszynę, która dzięki szybkim układom elektronicznym pozwala rozwiązywać zadania matematyczne dotychczas uważane za zbyt trudne lub pracochłonne”⁷². Dalszy ciąg sprawozdania zajmował całą stronę w środku gazety i prezentował zdjęcia Mauchly’ego, Eckerta oraz sali wypełnionej w dużej

mierze ENIAC-iem. Mauchly przepowiadał, że komputer pomoże w przygotowywaniu prognoz pogody (co było kiedyś pasją Mauchly'ego), a także w projektowaniu samolotów i „pocisków poruszających się z prędkością ponaddźwiękową”. Agencja Associated Press roztaczała jeszcze bardziej optymistyczną wizję: „Robot ten otworzył matematyczne wrota do lepszego życia dla wszystkich ludzi”⁷³. Mauchly, chcąc podać przykład takiego „lepszego życia”, zadeklarował, że pewnego dnia komputery pomogą obniżyć cenę chleba. Nie wyjaśnił co prawda, jak miałoby do tego dojść, ale chleb rzeczywiście w końcu staniał, podobnie jak miliony innych rzeczy.

Jennings żaliła się później, podobnie jak niegdyś Ada Lovelace, że wiele sprawozdań prasowych wyolbrzymiało możliwości ENIAC-a. Nazywały go „wielkim mózgiem” i sugerowały, że potrafi myśleć. „ENIAC nie był mózgiem w żadnym rozumieniu – upierała się. – Nie potrafił rozumować, podobnie zresztą jak dzisiejsze komputery, za to dostarczał ludziom danych, które mogli wykorzystać we własnym rozumowaniu”.

Jennings miała jeszcze jeden żal, już bardziej osobisty: „Po demonstracji zupełnie zapomniano o Betty i mnie. Poczuliśmy się, jakbyśmy grały role we wspaniałym filmie, ale nagle stało się coś złego i po dwóch tygodniach wypruwania sobie flaków, żeby stworzyć coś naprawdę spektakularnego, wypisano nas ze scenariusza”. Większość uczestników prezentacji udała się wieczorem na Penn na kolację przy świecach w wiekowej Houston Hall. Znaleźli się tam wybitni naukowcy, wysocy rangą oficerowie i większa część mężczyzn, którzy przyłożyli się do powstania ENIAC-a. Zabrakło jednak miejsca dla Jean Jennings i Betty Snyder, podobnie jak dla pozostałych programistek⁷⁴. „Nie zaprosili ani mnie, ani Betty – powiedziała Jennings – co nas trochę, że tak powiem, oburzyło”⁷⁵. Podczas gdy mężczyźni świętowali w doborowym towarzystwie, Jennings i Snyder wracały samotnie do domu w bardzo zimną lutową noc.

Pierwsze komputery z programami zapisanymi

w pamięci

Pragnienie Mauchly'ego i Eckerta, by opatentować rozwiązania, do których wynalezienia się przyczynili, i zacząć na nich zarabiać, stało się źródłem trudności dla uczelni. Penn nie miała wówczas jeszcze ustalonej polityki odnośnie do podziału praw do własności intelektualnej. W praktyce sprawy potoczyły się tak, że uniwersytet pozwolił Mauchly'emu i Eckertowi złożyć wnioski patentowe, a następnie zażądał bezpłatnej licencji oraz prawa do dalszego licencjonowania wszystkich elementów technologii ENIAC-a. Strony nie mogły się też porozumieć w kwestii praw do innowacji wchodzących w skład EDVAC-a. Zaowocowało to szeregiem skomplikowanych przepychanek, których skutkiem Mauchly i Eckert opuścili Penn pod koniec marca 1946 roku⁷⁶.

Niedługo później założyli w Filadelfii firmę, którą po wielu dyskusjach nazwali Eckert-Mauchly Computer Corporation. Stali się tym samym pionierami komercjalizacji uprzednio czysto akademickiej technologii komputerowej. (W 1950 roku sprzedali EMCC wraz z prawami patentowymi firmie Remington Rand, która następnie przekształciła się w Sperry Rand, a ostatecznie w Unisys). Eckert i Mauchly zbudowali między innymi komputer UNIVAC, który sprzedali klientom takim jak National Census Bureau i General Electric.

UNIVAC, który podobnie jak ENIAC miał migające lampki i roztaczał hollywoodzki czar, okrył się sławą w 1952 roku, kiedy telewizja CBS pokazała go podczas wieczoru wyborczego. Młody Walter Cronkite, legendarny amerykański prezenter, który pełnił tego dnia obowiązki prezentera, nie sądził, by maszyna mogła dorównać doświadczonym korespondentom stacji, zgodził się jednak z tym, że zapewni ona interesujące widowisko. Mauchly i Eckert zatrudnili statystyka z Penn i opracowali program, który porównywał wstępne wyniki z wybranymi okręgów z wynikami z poprzednich wyborów. O dwudziestej trzydzięci czasu wschodniego, długo przed zamknięciem lokali wyborczych, UNIVAC przewidział z prawdopodobieństwem sto do jednego jednoznaczne

zwycięstwo Dwighta Eisenhowera nad Adlairem Stevensonem. CBS wstrzymało się z publikacją prognozy UNIVAC-a. Cronkite przekazał publiczności informację, że komputer nie podjął jeszcze decyzji. Później jednak, kiedy stało się jasne, że Eisenhower wygrał dużą przewagą głosów, Cronkite polecił jednemu ze swoich korespondentów, Charlesowi Collingwoodowi, przyznać, że UNIVAC przewidział wynik już na początku wieczoru, tyle że CBS to zataiło. UNIVAC zyskał tym samym wielką popularność i stał się nieodłącznym elementem wieczorów wyborczych⁷⁷.

Eckert i Mauchly może i nie zadbali, by programistki, które pracowały z nimi na uniwersytecie, dostały zaproszenia na kolację z okazji oddania ENIAC-a do użytku publicznego, ale też o nich nie zapomnieli. Zatrudnili Betty Snyder, która pod nowym nazwiskiem po mężu, Holberton, została jedną z pionierek programowania i pomogła opracować języki COBOL i Fortran. Ściągnęli też Jean Jennings, która wyszła za mąż za pewnego inżyniera i przyjęła nazwisko Bartik. Mauchly'emu zależało również, by zrekrutować Kay McNulty, ale po tym jak utonęła jego pierwsza żona, zamiast pracy zaproponował McNulty małżeństwo. Mieli piątkę dzieci, co nie przeszkodziło Kay pomagać w projektowaniu programów na UNIVAC-a.

Mauchly zatrudnił też największą gwiazdę programowania – samą Grace Hopper. Na pytanie, dlaczego dała się namówić do podjęcia pracy w Eckert-Mauchly Computer Corporation, Hopper odpowiedziała: „Pozwalała ludziom próbować różnych rzeczy. To sprzyjało innowacji”⁷⁸. W 1952 roku Hopper skończyła prace nad pierwszym na świecie działającym kompilatorem, któremu nadała nazwę System A-0. Tłumaczył on symboliczny kod matematyczny na język maszynowy, co ułatwiało tworzenie programów „zwykłym ludziom”.

Hopper miała instynkt wilka morskiego i lubiła od czasu do czasu „wołać wszystkich na pokład”. Znacząco przyłożyła się do rozwoju metodologii otwartego programowania, rozsyłając testowe wersje kompilatora przyjaciołom i znajomym ze świata programistów z prośbą o ulepszenia. To samo podejście zastosowała, będąc dyrektorem technicznym zespołu,

który tworzył COBOL, czyli pierwszy wieloplatformowy, ustandaryzowany język programowania dla biznesu⁷⁹. Przekonanie, że programy powinny móc współpracować z dowolnym rodzajem komputera, było konsekwencją towarzyskiej natury Hopper – jej zdaniem maszyny powinny tworzyć tak samo zgrane zespoły jak ludzie. Z tego samego powodu wcześniej dostrzegła kierunek, w którym zmierzała komputeryzacja: sprzęt miał spowszechnić, a prawdziwa wartość miała się kryć w programowaniu. Było to coś, czego większość mężczyzn nie dostrzegała, póki nie pojawił się Bill Gates^y.

Von Neumann nie krył dezaprobaty dla intencji zarobkowych Eckerta i Mauchly'ego. „Eckert i Mauchly prowadzą działalność komercyjną i uprawiają komercyjną politykę patentową – skarżył się przyjacielowi. – Nie możemy współpracować z nimi tak otwarcie jak z grupami akademickimi ani pośrednio, ani bezpośrednio”⁸⁰. Poczucie wyższości moralnej nie przeszkadzało von Neumannowi samemu zarabiać na swoich pomysłach. W 1945 wynegocjował kontrakt konsultancki z IBM-em, który obejmował przekazanie praw autorskich do wszystkich jego wynalazków. Był to zupełnie zwyczajny układ. Mimo to rozsierdził Eckerta i Mauchly'ego. „Za naszymi plecami sprzedał wszystkie nasze pomysły IBM-owi – narzekał Eckert. – Był dwulicowy. Powiedział nam jedno, a zrobił drugie. Nie można było mu ufać”⁸¹.

Po odejściu Mauchly'ego i Eckerta Uniwersytet Pensylwanii bardzo szybko stracił rolę epicentrum innowacji. Niedługo później odszedł i von Neumann, który wrócił do Instytutu Badań Zaawansowanych na Princeton, zabierając ze sobą Hermana i Adele Goldstine'ów oraz najważniejszych inżynierów, w tym Arthura Burksa. „Możliwe, że instytucje ulegają wypaleniu w podobny sposób co ludzie” – rozważał później Herman Goldstine, zastanawiając się na ograniczoną rolę Penn w dalszym rozwoju informatyki⁸². W tamtych czasach komputery postrzegano wyłącznie jako narzędzia, a nie obiekt badań naukowych. Wśród kadry Penn prawie nikt nie zdawał sobie sprawy, że informatyka stanie się dziedziną akademicką,

i to ważniejszą niż elektrotechnika.

Mimo exodusu kadr Penn udało się raz jeszcze dokonać trudnego do przecenienia wkładu w rozwój komputerów. W lipcu 1946 roku większość zespołu częściowo skłóconych pionierów informatyki – w tym von Neumann, Goldstine, Eckert i Mauchly – odwiedziła Moore School of Electrical Engineering, by poprowadzić serię wykładów i seminariów, które znacząco przyczyniły się do upowszechnienia wiedzy o komputerach. Przedsięwzięcie to, zapamiętane pod nazwą Moore School Lectures, trwało osiem tygodni, a wśród słuchaczy znaleźli się Howard Aiken, George Stibitz, Douglas Hartree z Uniwersytetu Manchesterskiego i Maurice Wilkes z Cambridge. Tematem przewodnim było korzystanie z programów zapisywanych w pamięci jako konieczność, jeśli komputery mają się kiedyś stać maszynami uniwersalnymi Turinga. Skutkiem tych wykładów architektura i rozwiązania opracowane wspólnymi siłami przez Mauchly'ego, Eckerta, von Neumanna i innych członków kadry Penn posłużyły za punkt wyjścia dla większości późniejszych komputerów.

Miano pierwszych komputerów, które korzystały z programów zapisanych w pamięci, należy się dwóm urządzeniom ukończonym niemal równolegle latem 1948 roku. Pierwszym z nich był udoskonalony ENIAC. Von Neumann i Goldstine wspólnie z dwójką inżynierów, Nickiem Metropolisem i Richardem Clippingerem, znaleźli sposób, by wykorzystać do przechowywania zestawu podstawowych instrukcji trzy spośród tablic funkcji ENIAC-a. Tablice te były rodzajem pamięci, uprzednio zarezerwowanej dla niepotrzebnych już danych o oporze aerodynamicznym działającym na pociski artyleryjskie⁸³. Samym programowaniem ponownie zajęły się głównie kobiety, tym razem Adele Goldstine, Klára von Neumann i Jean Jennings Bartik. „Miałam okazję jeszcze raz pracować między innymi z Adele, kiedy projektowałyśmy pierwotną wersję kodu potrzebnego, by wykorzystać tablice funkcji ENIAC-a do przechowywania kodu instrukcji” – wspominała Bartik⁸⁴.

Przerobiony ENIAC ruszył w kwietniu 1948 roku. Ponieważ

przechowywał programy w pamięci tylko do odczytu, ich modyfikacja w trakcie wykonywania nastęczała trudności. Z kolei jego pamięć rtęciowa działała w ślimaczym tempie i wymagała drobiazgowych zabiegów konserwacyjnych. Obu tych wad udało się uniknąć zbudowanemu w Anglii na Uniwersytecie Manchesterskim małemu komputerowi, który od początku powstawał z założeniem, że będzie korzystał z programów zapisanych w pamięci. Maszynę tę nazywano Manchester Baby i uruchomiono w czerwcu 1948 roku.

Pracownią informatyki na Uniwersytecie Manchesteru zarządzał mentor Turinga, Max Newman. Większość prac nad nowym komputerem wykonali jednak Frederic Calland Williams i Thomas Kilburn. Williams wynalazł rodzaj pamięci oparty na szczególnym rodzaju lamp oscyloskopowych, co zaowocowało konstrukcją szybszą i prostszą od pamięci rtęciowej. Mały komputer z Manchesteru działał tak dobrze, że posłużył za punkt wyjścia dla potężnego, uruchomionego w kwietniu 1949 roku Manchester Mark I, a także dla EDSAC-a, ukończonego w maju tego samego roku przez zespół Maurice'a Wilkesa z Cambridge⁸⁵.

Tymczasem także i Turing usiłował zbudować komputer korzystający z programów zapisanych w pamięci. Po odejściu z Bletchley Park podjął pracę w National Physical Laboratory (Narodowym Laboratorium Fizycznym), prestiżowym instytucie z siedzibą w Londynie, i zajął się projektowaniem urządzenia, któremu w hołdzie dla Babbage'a i jego maszyn dał nazwę Automatic Computing Engine (Automatyczna Maszyna Obliczeniowa). Niestety, konstruowanie ACE postępowało z przerwami. W 1948 roku Turing, wściekły z powodu tempa prac i sfrustrowany tym, że jego współpracownicy nie są zainteresowani rozwojem sztucznej inteligencji i systemów samouczących się, odszedł z NPL i przyłączył się do manchesterskiego zespołu Maxa Newmana⁸⁶.

Podobnie von Neumann, kiedy tylko wrócił do Instytutu Badań Zaawansowanych (co zrobił w 1946 roku), zaczął pracować nad własną wersją nowoczesnego komputera. Jego poczynania opisuje George Dyson w książce *Turing's Cathedral* („Katedra Turinga”). Dyrektor instytutu Frank

Aydelotte, a także najbardziej wpływowy członek rady Oswald Veblen z całego serca wspierali projekt von Neumanna, który zaowocował powstaniem tak zwanego komputera IAS (od Institute for Advanced Study – Instytutu Badań Zaawansowanych). A wsparcie było mu bardzo potrzebne, bo plan budowy komputera spotkał się z ostrą krytyką teoretyków widzących w instytucie swoją ostoję. „Niewątpliwie zszokował czy wręcz przeraził część kolegów matematyków najbardziej rozintelektualizowanego sortu, przyznając się do fascynacji narzędziami matematycznymi innymi niż tablica i kreda albo papier i ołówek – wspominała żona von Neumanna, Klára. – Co tu dużo mówić, propozycja, by pod kopułą uświęconego instytutu stanęła elektroniczna maszyna obliczeniowa, nie spotkała się ze szczególnie ciepłym przyjęciem”⁸⁷.

Zespół von Neumanna upchnięto w pomieszczeniach, z których korzystałaby sekretarka słynnego logika Kurta Gödla, gdyby nie to, że Gödel takowej nie chciał. Przez cały 1946 rok członkowie zespołu publikowali szczegółowe artykuły na temat swojego projektu i przesyłali ich kopie Bibliotece Kongresu oraz Urzędowi Patentów Stanów Zjednoczonych z oświadczeniem, że zależy im, by znalazły się w domenie publicznej.

Komputer IAS uzyskał pełną sprawność w 1952 roku, po czym jego zespół zaczął się stopniowo wykruszać. Von Neumann został konsultantem Komisji do spraw Energii Atomowej i przeniósł się do Waszyngtonu. „Rozpad naszej grupy komputerowej był katastrofą nie tylko dla Princeton, ale dla nauki w ogóle – stwierdził fizyk Freeman Dyson, również członek instytutu (i ojciec George’a Dysona). – Sprawilo to, że w tych niezwykle ważnych latach pięćdziesiątych XX wieku nie było żadnego ośrodka akademickiego, który mógłby stanowić miejsce spotkań komputerowej elity intelektualnej”⁸⁸. Począwszy od wspomnianych lat pięćdziesiątych, za innowacje w coraz większym stopniu odpowiadał świat korporacyjny, w którym prym wiodły firmy takie jak Ferranti, IBM, Remington Rand i Honeywell.

Warto w tym miejscu wrócić do kwestii praw patentowych i zadać sobie

pytanie: czy gdyby zespół von Neumanna nie zaprzestał pionierskiej pracy, dalej umieszczał swoje innowacje w domenę publicznej i promował otwarty model rozwoju, komputery rozwijałyby się szybciej? Czy może konkurencja rynkowa i korzyści finansowe z tworzenia własności intelektualnej są lepszym motorem innowacji? W wypadku internetu, sieci WWW i kilku rodzajów oprogramowania model open source sprawdził się lepiej. Jeśli jednak chodzi o warstwę sprzętową – komputery, układy scalone i tym podobne – to napływ innowacyjnych rozwiązań w latach pięćdziesiątych XX wieku zawdzięczamy perspektywie przychodów z komercjalizacji patentów. Szczególnie na rynku komputerów okazało się, że duże firmy przemysłowe, zmuszone samodzielnie dbać o kapitał, najlepiej radziły sobie z projektowaniem, rozwojem, produkcją i marketingiem nowych maszyn. Poza tym mniej więcej do połowy lat dziewięćdziesiątych patenty na sprzęt przyznawano chętniej niż na rozwiązania programistyczne^{vi}. Niestety, silna ochrona patentowa innowacji sprzętowych miała i złe strony. Firmy, które na niej zarabiały, tak bardzo okopały się na dominujących pozycjach, że przegapiły rewolucję lat siedemdziesiątych, czyli narodziny komputerów osobistych.

Czy maszyny mogą myśleć?

Alan Turing w tym samym czasie, w którym rozważał podjęcie pracy nad komputerem z programami zapisanymi w pamięci, zainteresował się stwierdzeniem umieszczonym sto lat wcześniej przez Adę Lovelace w ostatniej z *Uwag* do artykułu o maszynie analitycznej Babbage’a. Ada była zdania, że maszyny nie mogą naprawdę myśleć. Turing zadał sobie pytanie: czy gdyby maszyna mogła modyfikować wykonywany program na podstawie przetwarzanych informacji, można by powiedzieć, że się uczy? Czy mogłoby to doprowadzić do powstania sztucznej inteligencji?

Kwestią sztucznej inteligencji, podobnie zresztą jak poszukiwaniem odpowiedzi na pytania o ludzką świadomość, interesowali się już starożytni. Jak większość tematów tego rodzaju, tak i ten w dużej mierze

zawdzięcza ujęcie w nowoczesne ramy Kartezjuszowi. W *Rozprawie o metodzie* z 1637 roku, tej samej, w której znajdują się słynne słowa: „Myślę, więc jestem”, czytamy:

Gdyby istniała machina, która by miała podobieństwo do naszego ciała, i naśladowała nasze uczynki tak doskonale, jak tylko możebne, mielibyśmy zawsze dwa bardzo pewne sposoby rozpoznania, że mimo to nie jest ona prawdziwym człowiekiem. Pierwszy ten, iż [...] niemożliwe jest, aby składała rozmaicie słowa, odpowiadające sensowi wszystkiego, co się powie w jej obecności, jak to ludzie bodaj najtępsi zdołają czynić. Drugi sposób odróżnienia jest ten: choćby nawet machina taka czyniła wiele rzeczy równie dobrze lub może lepiej niż którykolwiek z nas, chybiałyby niezawodnie w wielu innych, przez co by wyszło na jaw, iż nie działa mocą świadomości, lecz jedynie przez rozmieszczenie swoich składowych części^{vii}.

Turinga od dłuższego czasu interesowało, czy komputery będą zdolne odtworzyć działanie ludzkiego mózgu. Jego ciekawość dodatkowo pobudziła praca nad urządzeniami odszyfrowującymi język. Na początku 1943 roku, gdy w Bletchley Park projektowano Colossusa, Turing wybrał się na Wschodnie Wybrzeże z misją do siedziby Bell Labs na Dolnym Manhattanie. Odgrywał tam rolę konsultanta zespołu pracującego nad elektronicznym szyfrowaniem mowy – technologią, która umożliwiała prowadzenie tajnych rozmów telefonicznych.

Tam też poznał genialnego i obdarzonego barwną osobowością Claude’a Shannona – tego samego, który w przełomowej pracy magisterskiej z 1937 roku pokazał, że za pomocą obwodów elektronicznych można operować na zdaniach logicznych wyrażonych w formie równań algebry Boole’a. Shannon i Turing zaczęli spotykać się popołudniami przy herbacie i wieść długie rozmowy. Obu interesowała neurologia i zdali sobie sprawę, że ich prace z 1937 roku łączy fundamentalna więź: wyjaśniały, że maszyna operująca na prostych instrukcjach binarnych może się mierzyć nie tylko z matematyką, ale i całą logiką. Skoro zaś na logice opiera się

rozumowanie w ludzkim mózgu, odpowiednie urządzenie powinno móc naśladować ludzką inteligencję.

„Shannon chce wprowadzać do [maszyny] nie tylko dane, ale również elementy kultury! – powiedział Alan pewnego dnia przy lunchu kolegom z Bell Labs. – Chce [jej] grać muzykę!” Podczas innego lunchu w stołówce pełnej członków kadry kierowniczej swoim wysokim głosem, który doskonale niósł się nad ogólnym gwarem, Turing oświadczył: „Nie, nie interesuje mnie stworzenie mózgu potężnego. Moim celem jest jedynie mózg przeciętny, taki jak należący do prezesa American Telephone and Telegraph Company”⁸⁹.

Po powrocie do Bletchley Park w kwietniu 1943 roku Turing zaprzyjaźnił się z kolegą z ośrodka Donaldem Michiem. Spędzili wiele wieczorów, grając w szachy w pobliskim pubie i rozważając możliwość zbudowania komputera szachowego. Turinga nie interesowało szukanie sposobów wykorzystania czystej mocy obliczeniowej do analizowania wszystkich możliwych posunięć. Skupił się na innej możliwości: maszyna mogłaby nauczyć się grać w szachy, dużo ćwicząc. Mogłaby próbować różnych rozegrań i dopracowywać strategię na podstawie zwycięstw i porażek. Gdyby coś podobnego się udało, byłby to zasadniczy skok naprzód, który zachwyciłby Adę Lovelace: zamiast ledwie podążać ścieżką wyznaczoną im przez ludzi, maszyny zaczęłyby poprawiać posiadane instrukcje, ucząc się na własnych doświadczeniach.

„Mówi się, że maszyny liczące mogą jedynie realizować zadania, do których otrzymują szczegółowe instrukcje – wyjaśnił Turing podczas wykładu dla London Mathematical Society (Londyńskiego Towarzystwa Matematycznego), który wygłosił w 1947 roku. – Ale czy koniecznie musi tak być zawsze?” Następnie omówił logiczne konsekwencje tego, iż nowe komputery z programami zapisanymi w pamięci będą mogły modyfikować swoje tablice instrukcji. „Jak uczeń, który wiele nauczył się od swojego mistrza, lecz wzbogacił swoją wiedzę także dzięki własnej pracy. Gdy do tego dojdzie, czuję, że nie pozostaje nic innego jak uznać, że maszyna wykazuje inteligencję”⁹⁰.

Kiedy Turing skończył, oszołomiona widownia przez chwilę siedziała w ciszy, rozważając konsekwencje tego, co powiedział. Kolegów z National Physical Laboratory zdumiewała z kolei jego obsesja na punkcie budowy myślących maszyn. Dyrektor NPL sir Charles Darwin (wnuk słynnego biologa ewolucyjnego) napisał w 1947 w liście do zwierzchników, że Turing „chce pójść w pracy nad maszyną jeszcze dalej w stronę biologii” i znaleźć odpowiedź na pytanie: „Czy da się zbudować maszynę, która uczyłaby się na własnych doświadczeniach?”⁹¹.

Niepokojąca sugestia Turinga, że maszyny być może będą kiedyś myślały jak ludzie, wywołała – i wywołuje do dziś – zażarty sprzeciw. Podniosły się spodziewane głosy krytyki na tle religijnym, ale pojawiły się też odpowiedzi czysto emocjonalne, zarówno w treści, jak i w tonie. Słynny neurochirurg sir Geoffrey Jefferson oświadczył w 1949 roku podczas wykładu z okazji otrzymania prestiżowego Medalu Listera: „Zgodzimy się uznać maszynę za równą mózgowi dopiero wtedy, gdy niesiona własnymi uczuciami i myślami napisze sonet lub skomponuje koncert – to znaczy: nie tylko napisze, ale będzie wiedziała, że to zrobiła”⁹². Turing, zapytany przez dziennikarza londyńskiego „Timesa”, co o tym sądzi, odparł impertynencko, ale i dość mądrze: „Porównanie wydaje się nie w pełni uczciwe – sonet napisany przez maszynę najlepiej mogłaby docenić inna maszyna”⁹³.

W ten to sposób Turing przygotował podwaliny pod publikację swojej drugiej przełomowej pracy, *Computing Machinery and Intelligence* („Maszyna licząca a inteligencja”), która ukazała się w październiku 1950 roku w czasopiśmie „Mind”⁹⁴. To w niej przedstawił to, co dziś nazywamy testem Turinga. Rozpoczął od prostej deklaracji: „Proponuję rozważyć pytanie: czy maszyny mogą myśleć?”. Następnie z uczniackim poczuciem humoru zaproponował grę, która do dziś jest tematem zabaw i debat, a której zadaniem było nadać temu pytaniu znaczenie empiryczne. Optował za czysto operacyjną definicją sztucznej inteligencji: nie ma racjonalnego powodu, by upierać się, że maszyna nie „myśli”, jeśli jej odpowiedzi nie da się odróżnić od wyniku pracy ludzkiego mózgu.

Test, który Turing nazwał „grą w naśladownictwo”, ma proste zasady: rozmówca przekazuje pisemne pytania do sąsiedniego pokoju, w którym zamknięci są człowiek i maszyna, i stara się określić, które z nich jest człowiekiem. Jedna z przykładowych rozmów opisanych przez Turinga brzmiała:

PYTANIE: Napisz mi sonet o Forth Bridge.

ODPOWIEDŹ: Nie licz na to. Nigdy nie potrafiłem pisać wierszy.

PYTANIE: Dodaj 34 957 do 70 764.

ODPOWIEDŹ: (pada po 30 sekundach przerwy) 105 621.

PYTANIE: Grasz w szachy?

ODPOWIEDŹ: Tak.

PYTANIE: Mój K jest na moim K1, nie mam innych figur. Ty masz tylko K na K6 i R na R1. Twój ruch. Co robisz?

ODPOWIEDŹ: (pada po 15 sekundach przerwy) R–R8, mat.

Turing zastosował tu kilka sztuczek. Uważny czytelnik zwróci uwagę, że druga odpowiedź, udzielona po trzydziestu sekundach, zawiera drobny błąd w dodawaniu (prawidłowa odpowiedź to 105 721). Czy to dowód, że rozmówca jest człowiekiem? Być może. Równie dobrze może być maszyną sprytnie udającą człowieka. Turing bez trudu rozprawił się też z zarzutem Jeffersona, jakoby maszyna nie mogła napisać sonetu. Być może odpowiedź, która widnieje powyżej, jest autorstwa człowieka, który przyznaje się do braku umiejętności poetyckich. W dalszej części artykułu Turing przedstawia kolejną wyimaginowaną konwersację, w której pokazuje, dlaczego umiejętność pisania sonetów niezbyt nadaje się na wyznacznik człowieczeństwa:

PYTANIE: Czy w pierwszym wersie twojego sonetu, który brzmi tak: „Czyż mam do wiosennego cię porównać dnia”, nie byłoby lepiej użyć „letniego dnia”?

ODPOWIEDŹ: Przepadłby rytm.

PYTANIE: A co z „zimowym dniem”?

ODPOWIEDŹ: Tak, ale nikt nie chce być porównywany do zimowego dnia.

PYTANIE: Czy powiedziałbyś, że Mr Pickwick przypomina ci Wigilię?

ODPOWIEDŹ: W pewnym sensie.

PYTANIE: A przecież Wigilia to dzień zimowy, a nie sądzę, by Mr Pickwick miał coś przeciwko takiemu porównaniu.

ODPOWIEDŹ: Myślę, że nie mówisz poważnie. Zimowy dzień oznacza zwyczajny dzień zimowy, a nie dość szczególny dzień, jakim jest Wigilia^{viii}.

Turingowi chodziło o pokazanie, że w tego rodzaju sytuacji określenie, czy rozmówca jest człowiekiem, czy maszyną udającą człowieka, może się okazać niemożliwe.

Turing przedstawił własną prognozę w kwestii tego, czy komputery będą kiedyś zdolne wygrywać grę w imitację: „Wierzę, że za jakieś pięćdziesiąt lat można będzie tak programować komputery [...] by doskonałość ich naśladownictwa dawała przeciętnemu pytającemu co najwyżej siedemdziesiąt procent szans na poprawne rozpoznanie po pięciu minutach pytania”^{ix}.

Część pracy Turing poświęcił na próby odparcia zarzutów odnoszących się do jego definicji myślenia. Rozprawił się z argumentem teologicznym, jakoby Bóg obdarował duszą i zdolnością myślenia wyłącznie człowieka, dowodząc, że to „oznaczałoby nałożenie poważnych ograniczeń na wszechmoc Wszechmogącego”, i pytając, czy Bóg „może obdarzyć duszą słonia, jeśli uzna to za stosowne”. Prawdopodobnie tak. Idąc dalej tym torem – trochę zgryźliwie, zważywszy, że Turing był niewierzący – z pewnością nic nie stało na przeszkodzie, by Bóg obdarował duszą i maszynę, gdyby taka była Jego wola.

Najciekawszym z zastrzeżeń, które przedstawił, przynajmniej z perspektywy naszej historii, było to, którego autorstwo przypisał Adzie

Lovelace. „Maszyna analityczna nie ma jakichkolwiek aspiracji twórczych – napisała w 1843 roku. – Może robić to, co umiemy jej nakazać. Potrafi działać na podstawie relacji i prawd płynących z analizy, jednak nie jest zdolna tych relacji przewidzieć”. Innymi słowy, w odróżnieniu od ludzkiego umysłu urządzenie mechaniczne miało nie posiadać wolnej woli ani nie wpadać na własne pomysły. Mogło ledwie działać zgodnie z programem. Turing poświęcił temu „zarzutowi lady Lovelace”, jak go nazwał, cały ustęp w swojej pracy.

Turing wykazał się niezwykłą pomysłowością, odpierając ten zarzut argumentem, że w gruncie rzeczy maszyna mogłaby się uczyć. To z kolei pozwoliłoby jej stanowić o sobie i zapoczątkowywać własne myśli. Zaproponował bowiem następujące rozwiązanie: „Zamiast podejmować próby stworzenia programu symulującego dojrzały umysł, może powinniśmy raczej stworzyć taki, który symuluje umysł dziecka? Jeśli ten drugi zostałby następnie poddany odpowiedniej edukacji, otrzymalibyśmy dojrzały umysł”. Przyznaje przy tym, że proces uczenia się maszyny byłby odmienny od procesu uczenia się dziecka. „Nie będzie – na przykład – wyposażona w nogi, więc nie będzie jej można poprosić o przyniesienie wiaderka z węglem. Być może nie będzie miała też oczu. [...] Nie będzie jej więc można wysłać do szkoły, gdzie dzieci mogłyby się tylko z niej nabijać”. Młodej maszynie należałoby więc zapewnić jakiś inny rodzaj kształcenia. Turing zaproponował system nagród i kar, za którego pośrednictwem można by sprawić, że elektroniczny mózg zacznie powtarzać pewne czynności, a innych unikać. Po odpowiednio długim czasie maszyna taka mogłaby opracować własny sposób uczenia się.

Na to z kolei krytycy Turinga odparli, że bez względu na to, jak dobrze maszyna naśladowałaby myślenie, brakowałoby jej świadomości. Człowiek biorący udział w teście Turinga kojarzy słowa, którymi się posługuje, z autentycznymi znaczeniami, uczuciami, doświadczeniami, odczuciami i spostrzeżeniami. Maszyna zaś nie. Bez tych związków język jest ledwie grą pozbawioną znaczenia.

Rozwinięciem tego zarzutu jest najlepiej opierająca się argumentom

próba podważenia zasadności testu Turinga, którą przedstawił w eseju wydanym w 1980 roku filozof John Searle. Searle zaproponował eksperyment myślowy, który określił mianem „chińskiego pokoju”. Chciał, by wyobrazić sobie zamkniętą w pokoju osobę anglojęzyczną z zerową znajomością chińskiego, która dostaje do dyspozycji spis zasad tłumaczących, jak odpowiedzieć na dowolną kombinację chińskich znaków inną kombinacją chińskich znaków. Odpowiednio wyczerpujące instrukcje powinny jej pozwolić przekonać pytającego, że ma on do czynienia z osobą znającą chiński. Mimo to nasza hipotetyczna osoba nie postępowałaby w sposób celowy, a na dodatek nie miałaby pojęcia, co znaczą udzielane odpowiedzi. Mówiąc słowami Ady Lovelace, nie działałaby w sposób twórczy. Podobnie maszyna w grze w naśladownictwo Turinga – nieważne jak doskonale imitowałaby istotę ludzką, nie byłaby świadoma co – i po co – mówi. Żeby więc uznać, że taka maszyna myśli, należałoby też przyznać, że człowiek udzielający odpowiedzi z wielkiego podręcznika rozumie chiński⁹⁵.

Zarzut Searle’a ma pewne słabości. Można argumentować, że nawet jeśli odpytywana osoba naprawdę nie rozumie, co robi, to cały system składający się z człowieka (procesora), podręcznika (programu) i segregatorów pełnych chińskich znaków (danych) może rozumieć chiński całkiem dobrze. Na razie brak jednoznacznej odpowiedzi. Test Turinga i zastrzeżenia do niego wciąż stanowią jeden z najpopularniejszych przedmiotów debat kognitywistów.

Przez kilka lat po napisaniu *Computing Machinery and Intelligence* Turing cieszył się kontrowersjami, które wywołał. Nie szczędził kpín autorom pretensjonalnych wywodów o sonetach i boskim pochodzeniu świadomości. W 1951 roku żartował: „Pewnego dnia panie będą zabierać swoje komputery na spacer po parku i opowiadać: »Mój mały komputer powiedział dziś rano coś strasznie śmiesznego!«”. Jak wspominał później jego mentor, Max Newman: „Jego dar do wyjaśniania swoich pomysłów przez komiczne, ale genialnie trafne analogie sprawiał, że był cudownym

towarzyszem rozmów”⁹⁶.

Tematem, który szczególnie często przewijał się w dyskusjach prowadzonych przez Turinga i miał niedługo odbić się smutnym echem w jego życiu, był wpływ pragnień natury seksualnej i emocjonalnej, przez maszyny wszak nieodczuwanych, na rozumowanie człowieka. W styczniu 1952 roku telewizja BBC wyemitowała debatę pomiędzy Turingiem a neurochirurgiem sir Geoffreyem Jeffersonem. Rozmowę moderowali Max Newman i filozof nauki Richard Braithwaite. Zdaniem Braithwaite’a zainteresowania człowieka wynikały w dużej mierze z „żądź, pragnień, obsesji, instynktów”, w związku z czym, jego zdaniem, stworzenie prawdziwie myślącej maszyny wymagałoby wyposażenia jej w „coś odpowiadającego zestawowi żądź”. Newman wtrącił, że maszyny „mają dość skromne upodobania i nie potrafią się rumienić, kiedy coś je zawstydzi”. Jefferson poszedł jeszcze dalej, raz za razem posługując się przykładem „żądź seksualnych” i wspominając o „emocjach i instynktach [człowieka], na przykład tych związanych z seksem”. Podkreślił, że mężczyzna jest na łasce „seksualnych żądź” i o krok od „zrobienia z siebie głupca”. Jego wypowiedzi były do tego stopnia przepełnione wzmiankami o wpływie popędu seksualnego na ludzkie myślenie, że redaktorzy BBC część z nich wycięli, w tym fragment, w którym Jefferson stwierdził, że nie uwierzy w myślenie komputera, póki ten nie dotknie nogi pojętej „komputerki”⁹⁷.

Turing, który wciąż raczej nie afiszował się z tym, że jest homoseksualistą, nie czuł się na siłach brać udziału w tej części dyskusji. W ciągu kilku tygodni przed nagraniem dopuścił się szeregu poczynań tak ludzkich, że byłyby niezrozumiałe dla maszyny. Skończył akurat pisać pracę naukową, po czym spłodził opowiadanie, w którym wyjaśnił, jak zamierza świętować: „Minął już jakiś czas od momentu, kiedy miał kogoś, w gruncie rzeczy ostatni raz wydarzyło się to wówczas, gdy latem ubiegłego roku spotkał w Paryżu żołnierza. Teraz, po ukończeniu pracy, mógł zasadnie uznać, że zasłużył sobie na kolejnego geja, i wiedział, gdzie znaleźć kogoś odpowiedniego”⁹⁸.

Wkrótce nawiązał znajomość z bezrobotnym dziewiętnastoletnim chłopakiem Arnoldem Murrayem, którego poderwał na manchesterskiej Oxford Street. Po powrocie z nagrania dla BBC zaproponował Murrayowi, żeby się do niego wprowadził. Pewnej nocy opowiedział mu o swojej fantazji. Marzyła mu się gra w szachy z nikczemnym komputerem, który udałoby mu się pokonać, zmuszając go do okazania złości, później przyjemności, a na koniec arogancji. Ich związek stawał się coraz bardziej złożony, aż pewnego dnia Turing wrócił do domu i odkrył, że został obrabowany. Złodziejem był znajomy Murraya. Turing zgłosił kradzież na policję, która po tym, jak wykrył charakter znajomości z Murrayem, aresztowała go za „rażącą nieobyčajność”⁹⁹.

Podczas procesu, który odbył się w marcu 1952 roku, Turing przyznał się do winy, ale dał też jasno do zrozumienia, że nie odczuwa ani krzty żalu. Max Newman pojawił się w sądzie, by poświadczyć o moralności swojego wychowanka. Turing został skazany, pozbawiony dostępu do tajemnic państwowych^x i postawiony przed wyborem: więzienie albo wyrok w zawieszeniu pod warunkiem zgody na roczną terapię hormonalną w postaci zastrzyków syntetycznego estrogeny, które miały ukrócić jego żądze seksualne, jakby był chemicznie sterowaną maszyną. Wybrał to drugie.

Początkowo wyglądało na to, że Turing radzi sobie z zaistniałą sytuacją, ale 7 czerwca 1954 roku popełnił samobójstwo, biorąc kęs jabłka, które nasączył cyjankiem. Jego znajomi wspominali później, że zawsze fascynowała go scena z *Królewny Śnieżki*, w której zła macocha zanurza jabłko w kotle pełnym trującego wywaru. Znalaziono go w łóżku z pianą na ustach. Obok niego leżało niedokończone jabłko, a badania wykazały obecność cyjanku w organizmie.

Czy maszyna zrobiłaby coś takiego?

ⁱ Wzór Stirlinga, który pozwala obliczyć w przybliżeniu wartość silni.

ⁱⁱ Wystawa dotycząca komputera Mark I w Science Center na Harvardzie pomijała rolę Grace Hopper i nie zawierała ani jednego zdjęcia programistek. Dopiero w 2014 roku zaktualizowano ją, podkreślając zasługi Hopper i innych kobiet zajmujących się

programowaniem (<http://scictr.fas.harvard.edu>).

iii Czyli robaka – przyp. red.

iv Udało mu się to. Pierwszy w historii ładunek nuklearny, zdetonowany w czerwcu 1945 roku podczas testu Trinity niedaleko Alamogordo w stanie Nowy Meksyk, był właśnie plutonowym ładunkiem implozyjnym. Technologię tę wykorzystano następnie do budowy bomby, którą 9 sierpnia 1945 roku, trzy dni po użyciu bomby uranowej przeciw Hiroszynie, zrzucono na Nagasaki. Von Neumann, który nienawidził i nazistów i finansowanych przez ZSRR komunistów, został aktywnym poplecznikiem rozwoju broni atomowej. Był obecny przy teście Trinity, a także przy późniejszych testach na atolu Bikini na Pacyfiku i wyraził opinię, że Stany Zjednoczone muszą dążyć do przewagi atomowej, nawet jeśli miałyby się to odbyć kosztem tysiąca śmierci na skutek promieniowania. Sam zmarł dwanaście lat później w wieku pięćdziesięciu trzech lat na raka kości i trzustki, którego przyczyną mogły być dawki promieniowania otrzymane podczas testów.

v W 1967 roku, w wieku sześćdziesięciu lat, Hopper została przywrócona do czynnej służby z zadaniem ustandaryzowania kodu i weryfikacji kompilatorów COBOL-a wykorzystywanych przez Marynarkę. Decyzją Kongresu pozwolono jej kontynuować służbę mimo przekroczenia górnej granicy wieku. Dosłużyła się stopnia kontradmirała, została najstarszym oficerem aktywnie służącym w marynarce i ostatecznie odeszła na emeryturę w sierpniu 1986 roku w wieku siedemdziesięciu dziewięciu lat.

vi Konstytucja Stanów Zjednoczonych upoważnia Kongres do „[popierania rozwoju] nauki i użytecznych umiejętności przez zapewnienie na określony czas autorom i wynalazcom wyłącznych praw do ich dzieł czy wynalazków” (cytat za: *Konstytucja Stanów Zjednoczonych Ameryki*, Wydawnictwo Sejmowe, Warszawa 2002, art. I, par. 8; <http://libr.sejm.gov.pl/tek01/txt/konst/usa.html>). Do końca lat siedemdziesiątych XX wieku Urząd Patentów i Znaków Towarowych Stanów Zjednoczonych zasadniczo nie przyznawał patentów na rozwiązania programistyczne, które odróżniały się od istniejących wyłącznie zastosowaniem innowacyjnego algorytmu. W latach osiemdziesiątych sytuację zagmatwały kolidujące wyroki sądów apelacyjnych i Sądu Najwyższego. Podejście zmieniło się w połowie lat dziewięćdziesiątych, kiedy waszyngtoński federalny sąd apelacyjny wydał szereg wyroków pozwalających na patentowanie oprogramowania dającego „przydatne, konkretne i namacalne rezultaty”, a Bill Clinton mianował przewodniczącym Urzędu Patentów osobę, która wcześniej prowadziła wysiłkom lobbingsowym producentów oprogramowania.

vii René Descartes, *Rozprawa o metodzie*, tłum. Tadeusz Boy-Żeleński, cytat za: <https://wolnelektury.pl/katalog/lektura/rozprawa-o-metodzie.html> – przyp. tłum.

viii Cytat za: Andrew Hodges, *Enigma. Życie i śmierć Alana Turinga*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2002, tłum. Wiktor Bartoł, s. 349–350 – przyp. tłum.

[ix](#) Tamże, s. 345 – przyp. tłum.

[x](#) W Boże Narodzenie 2013 roku Turing został pośmiertnie oficjalnie ułaskawiony przez królową Elżbietę II.

Rozdział 4

Tranzystor

Wynalezienie komputerów nie wywołało natychmiastowej rewolucji. Ponieważ wykorzystywały duże i drogie lampy próżniowe, które pochłaniały mnóstwo energii i były podatne na uszkodzenia, pierwsze komputery były kosztownymi kolosami, na które mogły sobie pozwolić jedynie korporacje, akademickie ośrodki badawcze oraz wojsko. Do prawdziwych narodzin ery cyfrowej – a więc okresu, w którym sprzęt elektroniczny wkroczył we wszystkie dziedziny ludzkiej egzystencji – doszło w Murray Hill w stanie New Jersey zaraz po lunchu we wtorek 16 grudnia 1947 roku. To właśnie tego dnia dwóch naukowców z Bell Labs stworzyło niepozorne ustrojstwo, spreparowane ze skrawków złotej folii, kawałka półprzewodnika oraz odpowiednio wygiętego spinacza. Gdy wszystko zostało odpowiednio poskładane, konstrukcja ta mogła wzmacniać prąd elektryczny i sterować jego przepływem. Tranzystor – gdyż tak nazwano wkrótce to urządzenie – stał się dla ery cyfrowej tym, czym była maszyna parowa dla okresu rewolucji przemysłowej.

Za sprawą tranzystorów (i kolejnych innowacji, dzięki którym wewnątrz miniaturowych układów scalonych dało się zmieścić miliony takich elementów) moc obliczeniowa wielu tysięcy maszyn ENIAC mogła zostać ukryta zarówno w sekcjach dziobowych rakiet kosmicznych, jak

i w znanych nam komputerach przenośnych, kalkulatorach, kieszonkowych odtwarzaczach muzyki, a także telefonach i tabletach, które mogą służyć rozrywce i wymianie informacji między dowolnymi zakątkami naszej planety, oplecionej globalną pajęczyną.

Za wynalazców tranzystora uznaje się trzech pełnych pasji i zaangażowania kolegów, których osobowości z jednej strony uzupełniały się, a z drugiej – konfrontowały: zręcznego eksperymentatora Waltera Brattaina, zajmującego się teoretyczną fizyką kwantową Johna Bardeena oraz okazującego najwięcej pasji i zaangażowania (co miało ostatecznie opłakane skutki) specjalistę od fizyki ciała stałego, William Shockley’ego.

W wydarzeniach tych uczestniczył jeszcze jeden gracz, którego rola jest nie mniejsza niż naukowców, a mianowicie Bell Labs – firma, w której pracowali ci ludzie. Do narodzin tranzystora doszło nie tyle za sprawą kreatywności kilku geniuszy, ile dzięki kombinacji zróżnicowanych uzdolnień. Ze względu na naturę zachodzących z nim zjawisk tranzystor nie mógłby zostać wynaleziony, gdyby nie doszło do współpracy teoretyków o doskonałej intuicji dotyczącej mechaniki kwantowej z fachowcami od materiałów (którzy sprawnie domieszkowali krzem), zręcznymi eksperymentatorami, chemikami, specjalistami od produkcji oraz pomysłowymi majsterkowiczami.



John Bardeen (1908–1991), William Shockley (1910–1989) i Walter Brattain (1902–1987),
fotografia wykonana w Bell Labs w 1948 roku



Pierwszy tranzystor zbudowany w Bell Labs



William Shockley (u szczytu stołu) w dniu, w którym przyznano mu Nagrodę Nobla. Jego koledzy, między innymi Gordon Moore (siedzi po lewej stronie) i Robert Noyce (stoi pośrodku z kieliszkiem), wznoszą toast

Bell Labs

W 1907 roku firma American Telephone and Telegraph stanęła w obliczu kryzysu. Właśnie wygasły patenty jej założyciela Alexandra Grahama Bella, co niosło ryzyko utraty niemal monopolistycznej pozycji na rynku usług telefonicznych. Zarząd AT&T przywrócił na stanowisko byłego prezesa firmy, Theodore'a Vaila, który postanowił tchnąć w przedsiębiorstwo świeżą porcję energii, stawiając przed nim ambitny cel: stworzenie systemu umożliwiającego wykonanie rozmowy telefonicznej między Nowym Jorkiem a San Francisco. To wyzwanie wymagało wzniesienia się na wyżyny kunsztu inżynierskiego i wykorzystania

zdobyć świat nauki. Dzięki lampom próżniowym i innym nowoczesnym rozwiązaniom technologicznym firma AT&T zdołała stworzyć urządzenia wzmacniające sygnał i w styczniu 1915 roku osiągnęła postawiony przed nią cel. W pierwszej, historycznej rozmowie transkontynentalnej uczestniczył, oprócz Theodore'a Vaila oraz prezydenta Woodrowa Wilsona, sam Bell, który powtórzył słynne słowa wypowiedziane trzydzieści dziewięć lat wcześniej: „Panie Watson, proszę tu przyjść. Potrzebuję pana”. Tym razem jego były asystent, Thomas Watson, odpowiedział z San Francisco: „Chętnie, ale podróż zajmie mi około tygodnia”¹.

W ten sposób stworzono fundamenty nowej organizacji, która przeszła do historii jako Bell Labs. W jej pierwszej siedzibie, która znajdowała się na zachodnim skraju Greenwich Village na Manhattanie, tuż nad rzeką Hudson, udało się zgromadzić teoretyków, badaczy materiałowych, metalurgów, inżynierów, a nawet techników z AT&T pracujących na słupach telefonicznych. To właśnie w Bell Labs George Stibitz zajmował się doskonaleniem komputera, robiąc przy tym użytek z przekaźników elektromagnetycznych, a Claude Shannon zaczął pracować nad teorią informacji. Podobnie jak ośrodek badawczy Xerox PARC i inne podobne mu instytucje, które z czasem zaczęły powstawać u boku różnych korporacji, Bell Labs pokazało, ile innowacji można powołać do życia, jeżeli zgromadzi się w jednym miejscu ludzi dysponujących różnymi talentami (i zadba o to, by pracowali w swoim bezpośrednim sąsiedztwie, dzięki czemu będzie między nimi dochodzić do częstych i nieoczekiwanych spotkań). Takie są zalety tego modelu prowadzenia prac badawczych. Jego minusem jest natomiast to, że opisywane tu instytucje nadal były biurokratyzowanymi molochami sterowanymi przez wielkie korporacje – Bell Labs i Xerox PARC unaocznily, na czym polegają ograniczenia organizacji przemysłowych, którym brakuje charyzmatycznych przywódców oraz buntowników, gotowych przekuwać nowatorskie pomysły na fantastyczne produkty.

Działem lamp próżniowych w Bell Labs kierował urodzony w stanie Missouri tryskający energią Mervin Kelly, który najpierw studiował na

Wydziale Metalurgicznym w Missouri School of Mines, a potem doktoryzował się z fizyki pod kierunkiem Roberta Millikana na Uniwersytecie Chicagowskim. Stworzony przez Kelly'ego system wodnego chłodzenia lamp próżniowych sprawił, że zyskały one na niezawodności, ale wynalazca zdawał sobie sprawę z tego, iż wykorzystanie takich podzespołów nigdy nie będzie efektywną metodą wzmacniania sygnału lub sterowania nim. Gdy w 1936 roku został awansowany na stanowisko kierownika działu badawczego Bell Labs, pierwszym obranym przez niego celem było wynalezienie ich zamiennika.

Cennym spostrzeżeniem Kelly'ego było to, że Bell Labs – bastion praktycznych działań inżynierskich – powinien się również skupić na prowadzeniu podstawowych badań naukowych i teoretycznych, które dotychczas były domeną ośrodków uniwersyteckich. Nowy kierownik działu badawczego zaczął więc poszukiwać w całym kraju najwybitniejszych młodych fizyków po studiach doktoranckich. Celem Kelly'ego było doprowadzenie do sytuacji, w której organizacje przemysłowe mogłyby regularnie dokonywać odkryć i nie musiałyby zdawać się w tej materii na ekscentrycznych geniuszy pracujących w garażach czy na poddaszach.

„W Labs zaczęto się zastanawiać, czy kluczową kwestią w wypadku wynalazków jest czyjś indywidualny geniusz, czy raczej współpraca” – tak zrelacjonował to Jon Gertner w *The Idea Factory* („Fabryce idei”), książce opisującej historię Bell Labs². Okazało się, że równie istotne są obydwie te czynniki. Jak ujął to z perspektywy czasu Shockley, „aby można było stworzyć jedno nowe urządzenie, wiele osób specjalizujących się w rozmaitych dziedzinach nauki musi połączyć swe zróżnicowane umiejętności i zaangażować się we wszystkie niezbędne badania”³. Współwynalazca tranzystora miał w tej kwestii rację, choć słowa te padły w jednej z rzadkich sytuacji, w których próbował okazać fałszywą skromność. Shockley bardziej niż ktokolwiek wierzył w znaczenie wybitnych jednostek takich jak on sam. Z potrzeby dbania o pracowników dysponujących genialnymi pomysłami zdawał sobie sprawę również sam

Kelly – osoba zwykle podkreślająca znaczenie współpracy. „Choć należy kłaść nacisk na przywództwo, organizację i pracę zespołową, jednostka nadal jest najważniejsza i nie sposób jej przecenić – stwierdził kiedyś. – To właśnie w umyśle takiej osoby rodzą się twórcze pomysły i koncepcje”⁴.

Kluczem do innowacji – zarówno tych powstających w Bell Labs, jak i w szeroko rozumianej erze cyfrowej – było uświadomienie sobie, że nie ma żadnego konfliktu pomiędzy troską o geniuszy a promowaniem pracy zespołowej. Te dwa podejścia wcale się nie wykluczały. Tak naprawdę w erze cyfrowej obie te koncepcje świetnie się uzupełniały. Pomysłowi geniusze (John Mauchly, William Shockley, Steve Jobs) formułowali nowatorskie koncepcje, a współpracujący z nimi, obdarzeni praktycznym podejściem inżynierowie (Presper Eckert, Walter Brattain, Steve Wozniak) tworzyli na ich podstawie urządzenia. Całe zespoły techników i przedsiębiorców pracowały później nad tym, by taki czy inny wynalazek przerodził się w praktyczny produkt. Gdy zabrakło jakiejś części takiego ekosystemu, wspaniałe koncepcje szły w odstawkę i pokrywały się kurzem – tak przecież było w wypadku Johna Atanasoffa, działającego na Iowa State University, czy Charlesa Babbage’a, pracującego w szopie za domem w Londynie. Gdy w fantastycznych zespołach zaczynało z kolei brakować pełnych pasji wizjonerów – tak jak na Penn po odejściu Mauchly’ego i Eckerta, w Princeton bez von Neumanna czy w Bell Labs działającym bez Shockley’ego – liczba innowacji powoli spadała.

Potrzeba połączenia wiedzy teoretyków i inżynierów była szczególnie istotna w obszarze, który stawał się coraz ważniejszy z punktu widzenia Bell Labs, a mianowicie fizyki ciała stałego i analizy przepływu elektronów. W latach trzydziestych XX wieku inżynierowie pracujący w Bell Labs zajmowali się substancjami takimi jak krzem (który jest drugim – po tlenie – najbardziej rozpowszechnionym pierwiastkiem tworzącym skorupę ziemską i stanowi kluczowy składnik piasku), próbując wykorzystać ich własności do rozmaitych elektronicznych sztuczek. W tym samym czasie i w tym samym budynku teoretycy zatrudniani przez Bell

Labs zmagali się z niezwykle skomplikowanymi odkryciami dotyczącymi mechaniki kwantowej.

Fundamentem mechaniki kwantowej są stworzone przez duńskiego fizyka Nielsa Bohra i innych uczonych teorie dotyczące tego, co dzieje się wewnątrz atomu. W 1913 roku Bohr przedstawił model struktury atomowej zakładający istnienie określonych poziomów energetycznych krążących wokół jądra elektronów. Elektrony mogły dokonywać przeskoków kwantowych z jednego poziomu na drugi, ale nie mogły znajdować się w stanie pośrednim. Liczba elektronów na zewnętrznej orbicie pozwalała określić chemiczne i elektryczne właściwości pierwiastka – między innymi to, jak dobrze będzie on przewodził prąd elektryczny.

Niektóre pierwiastki (choćby miedź) są dobrymi przewodnikami elektrycznymi. Inne (na przykład siarka) przewodzą fatalnie, a zatem są dobrymi izolatorami. Istnieje też kategoria pośrednia, do której należą między innymi krzem i german – to pierwiastki określane mianem półprzewodników. Ich zaletą jest to, że bez trudu można sprawić, iż staną się lepszymi przewodnikami. Przykładowo, aby zwiększyć swobodę ruchu elektronów znajdujących się w krzemie, wystarczy dodać do niego niewielką domieszkę arsenu lub boru.

Postępy teoretycznej mechaniki kwantowej przypadły właśnie na czas, w którym metalurgowie Bell Labs wynajdowali metody tworzenia nowych materiałów, stosując nowatorskie techniki oczyszczania substancji, różne triki chemiczne oraz rozwiązania pozwalające łączyć rzadkie i pospolite minerały. Próbuąc rozwiązać niektóre z przyziemnych problemów – do których zaliczały się na przykład zbyt szybko przepalające się włókna w lampach próżniowych lub charakteryzujące się nadmiernie metalicznym brzmieniem membrany montowane w słuchawkach telefonicznych – tworzyli nowe stopy i szukali sposobów podgrzewania lub schładzania różnych mieszanek, starając się osiągnąć rezultaty lepsze od dotychczasowych. Metodą prób i błędów, zupełnie jak kucharze, zrewolucjonizowali inżynierię materiałową, a ich odkrycia dopełniały się z postęпами mechaniki kwantowej.

Podczas eksperymentowania z próbkami krzemu i germanu chemicy z Bell Labs zdołali potwierdzić wiele przypuszczeń teoretykówⁱ. Stało się jasne, że teoretycy, inżynierowie i metalurgowie mogą się od siebie nawzajem bardzo wiele nauczyć. W związku z tym w 1936 roku w Bell Labs powstała złożona z wybitnych teoretyków i doświadczalników grupa badawcza zajmująca się właściwościami ciał stałych. Jej członkowie spotykali się raz w tygodniu późnym popołudniem, by podzielić się najnowszymi odkryciami; pozwalali sobie przy tym na niewielką porcję akademickich przechwałek, a potem angażowali się w mniej formalne dyskusje, które trwały do późnych godzin nocnych. Te osobiste spotkania przynosiły więcej korzyści niż odczytywanie notatek przygotowanych przez poszczególnych członków zespołu: żywiołowe reakcje dyskutantów sprawiały, że koncepcje – niczym elektrony – mogły przenosić się na wyższe orbity, a od czasu do czasu wyrywały się na wolność, prowokując reakcje łańcuchowe.

Wśród wszystkich osób należących do opisanego powyżej gremium wyraźnie wybijała się jedna postać. William Shockley – teoretyk, który pojawił się w Bell Labs akurat wtedy, gdy formowano grupę badawczą – potrafił wywrzeć na innych niezwykle wrażenie (a czasem nawet wzbudzić strach) zarówno swoim intelektem, jak i emocjonalną intensywnością.

William Shockley

Młody William Shockley uwielbiał zarówno sztukę, jak i naukę. Jego ojciec studiował górnictwo w MIT, rozwijał w Nowym Jorku uzdolnienia muzyczne, a wędrując po Europie i Azji jako poszukiwacz przygód i spekulant kopalniany, nauczył się siedmiu języków. Matka Williama studiowała matematykę i sztukę na Uniwersytecie Stanforda, przeszła również do historii jako pierwsza osoba, która wspięła się samotnie na szczyt Mount Whitney. Przyszli rodzice Williama spotkali się w niewielkim górniczym miasteczku Tonopah w stanie Nevada – on zarządzał tam swoimi udziałami, ona prowadziła prace badawcze. Po zawarciu

małżeństwa przeprowadzili się do Londynu i to właśnie tam w 1910 roku przyszedł na świat ich syn.

William był jedynym dzieckiem państwa Shockleych, za co byli wdzięczni losowi. Od małego miał niezwykle gwałtowne usposobienie, a jego wybuchy wściekłości były tak głośne i trwały tak długo, że rodzina musiała raz za razem zmieniać mieszkania oraz opiekunki. W swoim dzienniku pan Shockley opisywał, jak jego potomek „wrzeszczał z całych sił, prężył się i rzucał na podłogę”; odnotował również, że chłopiec „wielokrotnie poważnie pogryzł matkę”⁵. Upór tego dziecka był niezwykły. Chłopiec w każdej sytuacji po prostu musiał postawić na swoim. Koniec końców rodzice przyjęli politykę ustępstw i zrezygnowali z jakichkolwiek prób dyscyplinowania syna. Do momentu ukończenia przez młodego Williama ósmego roku życia (co zbiegło się w czasie z przeprowadzką rodziny do Palo Alto, gdzie mieszkali rodzice pani Shockley) chłopiec pobierał naukę w domu.

Państwo Shockley byli przekonani, że ich syn jest geniuszem, podjęli zatem starania, by chłopiec został oceniony przez Lewisa Termanaⁱⁱ, który opracował test IQ Stanford-Bineta i miał w planach badania utalentowanych dzieci. Młody William Shockley uzyskał wynik nieco poniżej 130 punktów, co było sporym osiągnięciem, ale nie wystarczyło, by Terman określił go mianem geniusza. Shockley zmagął się później w życiu z obsesją dotyczącą testów IQ – stosował je, by oceniać nie tylko kandydatów na różne posady, ale również kolegów. Wraz z upływem lat rozwijał też coraz bardziej obrazoburcze teorie dotyczące kwestii rasowych i dziedziczenia inteligencji – te poglądy zaczęły z czasem kłaść się cieniem na jego życiu⁶. Jego własne doświadczenia powinny mu były pokazać, że testy określające iloraz inteligencji mają swoje mankamenty. Chociaż odmówiono mu miana geniusza, i tak okazał się wystarczająco inteligentny, by pominąć podczas edukacji szkołę średnią, ukończyć studia w California Institute of Technology (Caltech, Kalifornijskim Instytucie Technologicznym), a potem doktoryzować się z fizyki ciała stałego w MIT. Shockley mógł się pochwalić przenikliwym umysłem, kreatywnością

i ambicją. Chociaż uwielbiał demonstrować sztuczki magiczne i płać innym figle, nigdy nie nauczył się okazywania swobodnej, przyjacielskiej postawy. Otaczała go aura intelektualnego i emocjonalnego napięcia, którą można uznać za echo dzieciństwa; z tego powodu trudno było z nim przestawać, a wraz z pojawieniem się sukcesów problem ten tylko przybrał na sile.

Gdy Shockley ukończył w 1936 roku studia w MIT, Mervin Kelly przyjechał z Bell Labs przeprowadzić z nim rozmowę kwalifikacyjną, po czym z miejsca zaproponował mu posadę. Kelly postawił również przed Shockleym określony cel: zastąpienie lampy próżniowej trwalszą, bardziej niezawodną, a przy tym tańszą konstrukcją. Po trzech latach Shockley doszedł do przekonania, że może sobie poradzić z tym wyzwaniem, zastępując żarzące się włókna lampy materiałem takim jak krzem. „Dziś przyszło mi do głowy, że stworzenie wzmacniacza wykorzystującego półprzewodniki zamiast lamp jest zasadniczo wykonalne” – zapisał w swoim notatniku laboratoryjnym 29 grudnia 1939 roku².

Shockley potrafił wizualizować sobie teorię kwantową i opisywany przez nią ruch elektronów niczym choreograf wyobrażający sobie taniec. Koledzy Williama twierdzili, że potrafił wręcz spojrzeć na półprzewodnik i dostrzec znajdujące się w nim elektrony. Aby jednak ta artystyczna intuicja mogła się przedzierzgnąć w prawdziwy wynalazek, Shockley’emu potrzebne było wsparcie zręcznego eksperymentatora, który byłby dla niego kimś takim jak Eckert dla Mauchly’ego. Ponieważ wszystko to działo się w Bell Labs, takich osób nie brakowało. Jedną z nich był żartobliwy zrzęda Walter Brattain – pochodzący z zachodniej części Stanów Zjednoczonych fachowiec, który chętnie tworzył pomysłowe urządzenia wykorzystujące półprzewodniki takie jak tlenek miedzi. Wśród nich były między innymi prostowniki elektryczne zamieniające prąd przemienny na prąd stały. Podstawą ich działania było zjawisko polegające na tym, że w obszarze kontaktu miedzianego elementu z warstwą tlenku miedzi prąd płynie tylko w jednym kierunku.

Brattain dorastał w odizolowanym od świata ranczu we wschodniej części

stanu Waszyngton, a jako młody chłopak zajmował się zaganianiem bydła. Wykorzystując swój chrypliwy głos i proste maniery, przybierał postawę pewnego siebie kowboja, który ma w zwyczaju umniejszać własne znaczenie. Był urodzonym majsterkowiczem, obdarzonym przez naturę zręcznymi palcami; uwielbiał również przeprowadzać eksperymenty. „Potrafił konstruować urządzenia, robiąc użytek z laku i spinaczy” – wspominał później jeden z inżynierów pracujących w Bell Labs⁸. Brattaina cechowała też podszyta bez troską pomysłowość, która popychała go do szukania dróg na skróty.

Shockley twierdził, że lampy próżniowe można by zastąpić półprzewodnikowym substytutem, gdyby udało się umieścić siatkę wewnątrz warstwy tlenku miedzi. Brattain podszedł do tego pomysłu z rezerwą. Roześmiał się i powiedział Shockley’emu, że próbował już stworzyć coś takiego i nigdy nie zdołał zbudować w ten sposób wzmacniacza. Shockley nie miał jednak zamiaru ustąpić. „To cholernie ważne, więc jeśli tylko powiesz mi, jak ma wyglądać to ustrojstwo, spróbujemy je zbudować” – stwierdził wreszcie Brattain⁹, ale zgodnie z jego przewidywaniami nic z tego nie wyszło.

Zanim Shockley i Brattain zdołali dojść, dlaczego ten eksperyment zakończył się fiaskiem, ich prace przerwała druga wojna światowa. Shockley porzucił swoje stanowisko, by pokierować stworzoną przez Marynarkę Wojenną grupą badawczą pracującą nad metodami zwalczania łodzi podwodnych. Analizował tam kwestię głębokości, na jakiej powinny wybuchać bomby, by osiągnąć maksymalną skuteczność w niszczeniu niemieckich U-Bootów. Później wyruszył do Europy i Azji, gdzie wdrażał korzystanie z radarów przez floty bombowców B-29. Brattain również opuścił Bell Labs i udał się do Waszyngtonu, by na zlecenie marynarki wojennej zająć się technikami wykrywania łodzi podwodnych za pomocą urządzeń magnetycznych przenoszonych przez samoloty.

Grupa od półprzewodników

Gdy Shockley i Brattain pracowali poza Bell Labs, w przedsiębiorstwie zachodziły wynikające z trwającej wojny zmiany. Ośrodek stał się członkiem trójstronnego przymierza zawartego przez rząd z uniwersyteckimi ośrodkami badawczymi i prywatnymi firmami. Jak stwierdził historyk Jon Gertner, „w pierwszych latach po ataku na Pearl Harbor w Bell Labs zrealizowano na zamówienie wojska niemal tysiąc różnych projektów – począwszy od radiostacji umieszczanych w czołgach i systemów umożliwiających komunikację pilotom samolotów noszącym maski tlenowe, a skończywszy na maszynach szyfrujących, wykorzystywanych do kodowania tajnych komunikatów”¹⁰. Liczebność personelu Bell Labs wzrosła wówczas dwukrotnie, sięgając dziewięciu tysięcy osób.

Ponieważ dotychczasowe lokum nie mieściło już wszystkich pracowników, większość oddziałów Bell Labs przeniesiono z Manhattanu do nowej siedziby, znajdującej się na osiemdziesięciohektarowej działce w Murray Hill w New Jersey. Mervinowi Kelly’emu i jego współpracownikom zależało na stworzeniu ośrodka przypominającego kampus akademicki, choć chcieli równocześnie uniknąć sytuacji, w której fachowcy zajmujący się poszczególnymi dyscyplinami pracowaliby w różnych budynkach. Osoby kierujące firmą wiedziały, że innowacje rodzą się w wyniku przypadkowych spotkań. „Wszystkie budynki zostały połączone, by uniknąć tworzenia granic między działami, a zarazem zachęcać różne sekcje do swobodnej wymiany informacji i utrzymywania bliskich kontaktów” – wspominał jeden z pracowników szczebla kierowniczego¹¹. Korytarze były niezwykle długie (dłuższe niż dwa boiska do futbolu amerykańskiego), co miało indukować przypadkowe spotkania osób zajmujących się różnymi zagadnieniami i obdarzonych różnymi talentami. Dokładnie taką samą strategię przyjął Steve Jobs, projektując siedemdziesiąt lat później nową siedzibę Apple’a. Każda osoba przemieszczająca się po budynkach Bell Labs była poddana oddziaływaniu rozmaitych koncepcji i absorbowwała je niczym ogniwo słoneczne fotony. Claude Shannon, ekscentryczny twórca teorii informacji, jeździł często po

wyłożonych czerwonym lastrykiem korytarzach na unicyklu, zonglując przy okazji trzema piłeczkami i wymieniając ukłony z kolegamiⁱⁱⁱ. To była zwariowana metafora dotycząca rozmaitych koncepcji unoszących się w powietrzu na owych korytarzach.

W listopadzie 1941 roku Brattain zamieścił w notatniku numer 18194 ostatni wpis poprzedzający opuszczenie siedziby Bell Labs na Manhattanie i podjęcie obowiązków związanych z działaniami wojennymi. Niemal cztery lata później naukowiec wrócił do pracy w swoim nowym laboratorium w Murray Hill, sięgnął po ten sam notatnik i napisał w nim: „Wojna dobiegła końca”. Kelly przydzielił Brattaina wraz z Shockleym do grupy badawczej, która miała stworzyć „spójne podejście do koncepcji teoretycznych i działań eksperymentalnych dotyczących fizyki ciała stałego”. Cel zespołu był taki sam jak ten sprzed wojny: wynaleźć półprzewodnikowy zamiennik lamp próżniowych¹².

Gdy Kelly przedstawił skład zespołu, który miał się zajmować pracami badawczymi dotyczącymi półprzewodników, Brattain ze zdziwieniem uświadomił sobie, że nie ma tam żadnych nieudaczników. Jak sam wspominał, stwierdził wówczas: „U licha! To zespół, w którym nie ma żadnej dupy wołowej!”, a po chwili namysłu dodał: „Chyba że to ja się nią okażę”. Jak stwierdził później, „był to przypuszczalnie jeden z najwspanialszych zespołów badawczych wszech czasów”¹³.

Shockley w tej grupie odgrywał rolę wiodącego teoretyka, ale zajmując w firmowej hierarchii wyższą pozycję od innych specjalistów, musiał wziąć na siebie również obowiązki związane z kierowaniem tym gremium; do zespołu przydzielono więc dodatkowego teoretyka. Wybór padł na małomównego eksperta teorii kwantowej, Johna Bardeena. Bardeen jako dziecko został okrzyknięty geniuszem i przeskoczył w szkole trzy klasy; doktoryzował się na Uniwersytecie Princeton pod kierunkiem Eugene’a Wignera, a podczas wojny pracował w Naval Ordnance Laboratory (Laboratorium Broni Morskich), omawiając projekty torped z samym Einsteinem. Był jednym z najwybitniejszych światowych ekspertów korzystających z mechaniki kwantowej do opisu przewodnictwa

elektrycznego materiałów, a oprócz tego zdaniem kolegów posiadał „niezwykłą umiejętność sprawnej współpracy zarówno z eksperymentatorami, jak i teoretykami”¹⁴. Bardeen początkowo nie otrzymał własnego pomieszczenia, więc zdomowił się w laboratorium Brattaina. To było znakomite posunięcie, które kolejny raz pokazało, ile kreatywności może się zrodzić w następstwie bezpośredniego kontaktu różnych osób. Teoretyk i eksperymentator zajmujący razem niewielką przestrzeń mogli wywoływać burze mózgów i przez cały czas wspólnie omawiać swoje pomysły.

W przeciwieństwie do Brattaina, który był rozmowny i lubił rozbudowane wypowiedzi, Bardeen był tak małomówny, że zyskał przydomek „Szepczący John”. Aby zrozumieć jego mamrotanie, rozmówcy musieli się pochylić w jego stronę, ale szybko się nauczyli, że warto podjąć ten wysiłek. Bardeen miał refleksyjną naturę i był z zasady ostrożny, co wyraźnie kontrastowało z impulsywnym Shockleym, który błyskawicznie formułował teorie i twierdzenia.

Spostrzeżenia naukowców należących do tego zespołu były następstwem ich wzajemnego oddziaływania. „Bliska współpraca między eksperymentatorami i teoretykami obejmowała wszystkie etapy prac badawczych, od obmyślania eksperymentów aż po analizę ich rezultatów” – powiedział później Bardeen¹⁵. Organizowane spontanicznie spotkania (prowadzone zwykle przez Shockley’ego) odbywały się niemal codziennie i doskonale ukazywały, ile kreatywności potrafi wyzwolić dyskusja, w której uczestnicy wzajemnie uzupełniają swoje wypowiedzi. „Nasze spotkania, których celem było omawianie ważnych kwestii, były organizowane praktycznie pod wpływem impulsu – oceniał Brattain. – Podczas tych grupowych dyskusji wiele osób przedstawiało swoje koncepcje, a uczestnicy debaty dzielili się komentarzami dotyczącymi poszczególnych idei”¹⁶.

Te spotkania przeszły do historii jako „spotkania przy tablicy” lub „kredowe pogadanki”: Shockley stał przy tablicy z kredą w dłoni i zapisywał pomysły. Brattain – jak zwykle zuchwały – krążył gdzieś na

drugim końcu pomieszczenia i wykrzykiwał swoje zastrzeżenia do propozycji Shockley'ego, gotów czasem założyć się o dolara, że dane rozwiązanie się nie sprawdzi. Shockley nie lubił przegrywać. „Zrozumiałem, że to go wkurza dopiero wówczas, gdy któregoś dnia wypłacił mi moją wygraną w dziesięciocentówkach” – wspominał Brattain¹⁷. Interakcja między członkami półprzewodnikowej grupy badawczej obejmowała również życie towarzyskie: chodzili na piwo do knajpy Snuffy's, często grali razem z golfa, a także w brydża, wciągając w niego przy okazji swoje małżonki.

Tranzystor

Gdy Shockley stanął na czele nowego zespołu powołanego do życia w Bell Labs, wrócił do stworzonej pięć lat wcześniej teorii dotyczącej półprzewodnikowego zamiennika lampy próżniowej. Shockley zakładał, że gdyby udało się wytworzyć silne pole elektryczne w bezpośrednim sąsiedztwie płytki wykonanej z półprzewodnika, powinno ono przyciągnąć część elektronów w stronę powierzchni, co miało pozwolić na przepływ prądu w tym materiale. Dzięki temu półprzewodniki mogłyby wykorzystywać bardzo słaby sygnał do sterowania innym, dużo silniejszym. Na wejściu mógłby się pojawić niewielki prąd, który kontrolowałby dużo większy prąd wyjściowy (umożliwiając bądź blokując jego przepływ). W takiej sytuacji półprzewodnik mógłby zostać wykorzystany jako wzmacniacz lub przełącznik, dokładnie tak samo jak lampa próżniowa.

Ze wspomnianym „efektem polowym” wiązał się jeden mały problem: gdy Shockley próbował sprawdzić swoją teorię w praktyce (zespół przyłożył do płytki napięcie tysiąca woltów i umieścił ją w odległości milimetra od powierzchni półprzewodnika), całość nie zadziałała. „Nie odnotowano zmian w napięciu” – zapisał w swoim notatniku laboratoryjnym. Jak sam później powiedział, było to „dosyć zagadkowe”.

Znalezienie powodów, przez które teoria nie sprawdza się w praktyce,

pozwała czasem postawić nowe, bardziej trafne tezy – Shockley poprosił więc Bardeena, by ten zastanowił się nad wyjaśnieniem zagadki. Spędzili wspólnie wiele godzin, dyskutując o czymś, co obecnie określamy mianem „stanów powierzchniowych” i co dotyczy elektronowych właściwości warstw atomów znajdujących się najbliżej powierzchni obiektu i wynika z kwantowomechanicznego opisu tych cząstek. Po pięciu miesiącach Bardeen wpadł na pewien pomysł. Podeszedł do tablicy stojącej w laboratorium, które dzielił z Brattainem, po czym zaczął pisać.

Bardeen uświadomił sobie, że gdy półprzewodnik jest naładowany, elektrony zostają uwięzione na jego powierzchni i nie mogą się już swobodnie przemieszczać. Tworzą wtedy ekran, a pole elektryczne – choćby było silne i znalazło się w odległości jednego milimetra – takiej bariery nie zdoła pokonać. „Te dodatkowe elektrony były uwięzione i unieruchomione w stanach powierzchniowych – skonstatował Shockley. – W rezultacie stany powierzchniowe chroniły wnętrze półprzewodnika przed wpływem dodatnio naładowanej płytki sterującej”¹⁸.

Zespół miał teraz nowy cel: znaleźć sposób przebicia się przez ekran powstający na powierzchni półprzewodników. „Skupiliśmy się na nowym eksperymencie związanym ze stanami powierzchniowymi Bardeena” – wyjaśniał Shockley. Naukowcy musieli przełamać tę barierę, by można było wykorzystać półprzewodnik do regulowania i wzmacniania napięcia bądź sterowania przepływem prądu¹⁹.

W kolejnym roku postęp zachodził powoli, ale w listopadzie 1947 roku doszło do serii przełomów; stąd miesiąc ten zyskał u badaczy miano „miesiąca cudów”. Bardeen wziął na warsztat teorię „efektu fotowoltaicznego” – zakładała ona, że światło padające na dwa odmienne (i stykające się ze sobą) materiały wygeneruje napięcie elektryczne. Bardeen przypuszczał, że taki proces mógłby spowodować przemieszczenie niektórych elektronów tworzących barierę, którą próbowali pokonać naukowcy z Bell Labs. Pracujący ramię w ramię z Bardeenem Brattain obmyślał innowacyjne eksperymenty, szukając rozwiązania, które pozwoliłoby osiągnąć ten cel.

Po pewnym czasie los uśmiechnął się do badaczy. Brattain przeprowadzał niektóre z eksperymentów w termosie, co pozwalało mu kontrolować temperaturę, w której zachodziły interesujące go procesy. Problemem była jednak para, która cały czas skraplała się na krzemie i wypaczała pomiary. Najlepszym rozwiązaniem było umieszczenie całej aparatury w próżni, ale to wymagało podjęcia wielu starań. „Tak naprawdę jestem leniwym fizykiem – przyznał Brattain. – Postanowiłem więc zanurzyć cały system w słabo przewodzącym płynie”²⁰. Napełnił termos wodą, dzięki czemu w prosty sposób uporał się z problemem kondensacji. Wraz z Bardeenem wypróbowali to rozwiązanie 17 listopada i wszystko zadziało zgodnie z planem.

Ta udana próba miała miejsce w poniedziałek. W ciągu tygodnia naukowcy przerobili od strony teoretycznej i praktycznej cały szereg koncepcji. W piątek Bardeen doszedł do tego, co trzeba zrobić, by wyeliminować konieczność zanurzania całej aparatury w wodzie. Zaproponował umieszczenie kropli wody lub żelu dokładnie w tym punkcie, w którym ostry metalowy szpikulec wbija się w kawałek krzemu. „Dalej, John! – zareagował entuzjastycznie Brattain – Zróbmy to!” Jedno z wyzwań polegało na tym, że wykonany z metalu szpikulec nie mógł mieć kontaktu z kroplą wody – Brattain był jednak geniuszem improwizacji i poradził sobie z tym problemem dzięki odrobinie wosku. Znalazł odpowiednią płytkę z krzemu, umieścił na niej kroplę wody, zabezpieczył kawałek drutu woskiem, by zapewnić mu izolację, po czym przebił owym ostrzem kroplę, tak by stykało się z krzemem. Konstrukcja zadziałała. Urządzenie było w stanie wzmocnić prąd, przynajmniej w niewielkim zakresie. Z tej konstrukcji ostrzowej narodził się później pierwszy tranzystor.

Bardeen udał się następnego ranka do biura zapisać w notatniku wyniki eksperymentu. „Te testy wykazały z całą pewnością, że można zastosować elektrodę lub siatkę, by sterować przepływem prądu w półprzewodniku” – podsumował²¹. Postanowił kontynuować pracę nawet w niedzielę, która zwykle była dniem zarezerwowanym na grę w golfa. Naukowcy stwierdzili

również, że pora poinformować o wszystkim Shockley'ego, który od miesięcy zajmował się innymi zagadnieniami. Przez dwa kolejne tygodnie szef zespołu zaglądał do ich laboratorium i przedstawiał swoje sugestie, ale starał się przede wszystkim nie przeszkadzać temu niezwykle dynamicznemu duetowi w szybkiej pracy.

Brattain i Bardeen siadywali zwykle obok siebie na ławie w laboratorium Brattaina: Bardeen przedstawiał cichym głosem pomysły, a podekscytowany Brattain wprowadzał je w życie. Zdarzało się, że Bardeen zapisywał w notatniku Brattaina przebieg eksperymentów. Święto Dziękczynienia minęło niemal niezauważone, a naukowcy sprawdzali różne pomysły – stosowali german zamiast krzemu i lakier zamiast wosku, a także próbowali używać złączy wykonanych ze złota.

Z reguły to teorie Bardeena były podstawą eksperymentów Brattaina, ale czasami zdarzało się, że cały schemat ulegał odwróceniu, a powstawanie nowych założeń teoretycznych było następstwem zaskakujących wyników prób. Podczas przeprowadzania jednego z eksperymentów z germanem okazało się, że prąd płynie w odwrotnym kierunku, niż wskazywały wstępne przewidywania. Co więcej, sygnał został wzmocniony ponad trzysta razy, co było dużo lepszym wynikiem niż rezultaty uzyskane podczas wcześniejszych prób. W takiej sytuacji naukowcom przyszło wcielić w życie stary dowcip o fizykach: wiedzieli, że zastosowane rozwiązanie sprawdza się w praktyce, ale musieli jeszcze zrobić coś, by znalazło ono oparcie w teorii. Bardeen szybko znalazł wyjście z tej sytuacji. Uświadomił sobie, że ujemne napięcie odciąga elektrony, zwiększając liczbę „dziur elektronowych” (o których można mówić, gdy elektronów nie ma w miejscu, w którym mogłyby się znajdować). Obecność takich dziur ułatwiała przepływ elektronów.

Istniał jednak pewien problem: nowa metoda nie nadawała się do wzmacniania sygnałów o wyższych częstotliwościach, między innymi z zakresu pasma dźwięków słyszalnych, przez co nie można było zastosować jej w telefonach. Bardeen założył, że problemy te wynikają z zastosowania kropli wody lub elektrolitu, obmyślił więc kilka innych

konstrukcji. Jedną z nich wykorzystywała szpikulec z drutu wbity w german w niewielkiej odległości od wytwarzającej pole elektryczne złotej płytki. To rozwiązanie pozwalało uzyskać nieznaczne wzmocnienie napięcia, a jednocześnie współpracowało z sygnałami o wyższych częstotliwościach. Po raz kolejny Bardeen stworzył teorię, która wspierała uzyskane szczęśliwym trafem wyniki: „Eksperyment pozwala przypuszczać, że dziury elektronowe przepływają na powierzchnię germanu z punktu kontaktu płytki i złota”²².

Niczym para muzyków przy fortepianie podchwytyjących nawzajem swoje pomysły, Bardeen i Brattain nadal podsycali swoją kreatywność. Uświadomili sobie, że najlepszym sposobem na osiągnięcie większego wzmocnienia sygnału byłoby stworzenie dwóch złączy wbitych w german bardzo blisko siebie. Bardeen obliczył, że ta odległość powinna być mniejsza niż pięć setnych milimetra. To było wyzwanie nawet dla Brattaina, ale niestrudzony eksperymentator szybko uporał się z problemem: przykleił skrawek złotej folii do niewielkiego, przypominającego grot strzały plastikowego klina, po czym rozciął folię na samym czubku ostrza i stworzył w ten sposób dwa punkty kontaktu, położone bardzo blisko siebie. „To wszystko, co zrobiłem – wspominał później Brattain. – Użyłem brzytwy i zacząłem ostrożnie nacinać folię do momentu przerwania obwodu, a potem przymocowałem całość do sprężyny i docisnąłem do kawałka germanu”²³.

Gdy Brattain i Bardeen wypróbowali tę konstrukcję we wtorkowe popołudnie 16 grudnia 1947 roku, wydarzyło się coś niezwykłego: stworzone urządzenie zadziało. Oto jak opisywał to później Brattain: „Doszedłem do tego, że gdy wszystko odpowiednio poskładałem, powstał wzmacniacz o stukrotnym wzmocnieniu, i to pracujący w zakresie częstotliwości akustycznych”²⁴. Wracając tego wieczoru do domu, gadatliwy Brattain oznajmił kolegom jadącym z nim w samochodzie, że właśnie przeprowadził „najważniejszy eksperyment w swoim życiu”. Później wymusił na wszystkich przyrzeczenie, że zachowają tę informację dla siebie²⁵. Bardeen, jak miał to w zwyczaju, był mniej wylewny. Gdy

jednak dotarł tego wieczoru do domu, zrobił coś niezwykłego: powiedział żonie o tym, co spotkało go tego dnia w pracy. Jego wypowiedź składała się z jednego zdania. Gdy pani Bardeen obierała marchewkę przy zlewie, jej mążzonek wymamrotał cicho: „Dziś odkryliśmy coś ważnego”²⁶.

Rzeczywiście, tranzystor był jednym z najważniejszych odkryć XX wieku. Ten wynalazek zrodził się dzięki bezpośredniej współpracy teoretyka i eksperymentatora, którzy stworzyli symbiozę, omawiając na bieżąco teorie i wyniki przeprowadzanych prób. Powstaniu tranzystora sprzyjało również otaczające Bardeena i Brattaina środowisko, w którym wystarczyło ruszyć długim korytarzem, by natknąć się na fachowców potrafiących wzbogacić german o potrzebne domieszki, a na stołówce spotykało się inżynierów, którzy znali wszelkie możliwe sztuczki pozwalające przesyłać sygnał telefoniczny na duże odległości. Sytuację ułatwiała także przynależność wynalazców do grupy naukowej składającej się z ludzi, którzy rozumieli wynikający z mechaniki kwantowej opis stanów powierzchniowych.

W kolejny wtorek (czyli 23 grudnia) Shockley zorganizował demonstrację dla reszty grupy zajmującej się półprzewodnikami oraz kilku osób z zarządu Bell Labs. Przedstawiciele kierownictwa firmy założyli słuchawki i kolejno mówili do mikrofonu, dzięki czemu mogli usłyszeć ludzki głos wzmocniony za pomocą prostego urządzenia tranzystorowego. To był moment, który powinien być przejść do historii tak samo jak chwila, w której Alexander Graham Bell wypowiedział pierwsze słowa do telefonu, żaden z uczestników prezentacji w Bell Labs nie potrafił jednak sobie później przypomnieć, co mówił tego pamiętnego popołudnia do urządzenia. Demonstracja została upamiętniona jedynie kilkoma zdawkowymi wpisami w laboratoryjnych notatnikach. „Dzięki włączaniu i wyłączaniu urządzenia można było usłyszeć wyraźną zmianę wzmocnienia czyjegoś głosu” – zapisał Brattain²⁷. Spostrzeżenia Bardeena były jeszcze bardziej rzeczowe: „Dzięki dwóm złotym elektrodom umieszczonym na specjalnie przygotowanej płytce germanu udało się uzyskać wzmocnienie napięcia”²⁸.

Shockley dąży do dominacji

Shockley podpisał się jako świadek pod historycznym wpisem w notatniku Bardeena, ale nie skomentował tych wydarzeń we własnym brulionie. Ewidentnie był wytrącony z równowagi. Duma, którą powinien w nim wywołać sukces jego zespołu, została przesłonięta przez niezwykle silną, mroczną chęć rywalizacji. „Targały mną mieszane emocje – przyznał później. – Radość z sukcesu całej grupy mącił fakt, że nie byłem jednym z twórców wynalazku. Odczuwałem pewną frustrację w związku z tym, że moje wysiłki zapoczątkowane ponad osiem lat wcześniej nie przerodziły się w istotny, indywidualny wkład w wynalazek”²⁹. Shockleym coraz silniej targały jego własne demony. Już nigdy nie miał utrzymywać przyjacielskich kontaktów z Bardeenem i Brattainem. Zamiast tego zaczął gorączkowo pracować nad tym, by przygotować własną, ulepszoną wersję wynalazku i zasłużyć tym samym na miano współtwórcy urządzenia.

Tuż po Bożym Narodzeniu Shockley ruszył pociągiem do Chicago, by wziąć udział w dwóch konferencjach, ale większość czasu spędził w swoim pokoju w hotelu Bismarck, obmyślając udoskonaloną odmianę urządzenia zaprezentowanego przez Bardeena i Brattaina. Gdy w sylwestrową noc imprezowicze bawili się w sali balowej na jednej z niższych kondygnacji, Shockley wypełnił notatkami siedem stron papieru w kratkę. 1 stycznia 1948 roku powstało kolejne trzynaście stron zapisków. Zostały one przesłane pocztą lotniczą do jednego z pracowników Bell Labs, który zgodnie z poleceniem wkleił je do notatnika laboratoryjnego Shockley’ego i poprosił Bardeena o to, by podpisał je jako świadek.

Jeszcze przed tymi wydarzeniami Mervin Kelly polecił jednemu z prawników Bell Labs jak najszybsze przygotowanie zestawu wniosków o udzielenie patentów związanych z nowym urządzeniem. W tym wypadku sytuacja wyglądała inaczej niż na Iowa State University, gdzie brakowało eksperta w tej dziedzinie. Gdy Shockley wrócił z Chicago, dowiedział się, że Bardeen i Brattain konsultowali już kwestie patentowe, co wywołało jego irytację. Wezwał ich kolejno do swojego biura i wyjaśnił im, dlaczego

to jego zasługi powinny być uznawane za najważniejsze (a może nawet jedyne, które naprawdę mają znaczenie). Brattain wspominał później: „Wydawało mu się, że może złożyć wniosek o przyznanie patentu dotyczącego tego cholernego urządzenia, traktując efekt polowy jako punkt wyjścia”. Bardeen tradycyjnie już zachował milczenie, chociaż po zakończonej rozmowie zawzięcie mamrotał pod nosem. Brattain zareagował bezceremonialnie, tak jak miał w zwyczaju. „Do cholery, Shockley! – wrzasnął. – Tej chwały wystarczy dla wszystkich”³⁰.

Shockley naciskał ludzi z działu prawnego Bell Labs, by złożyć wniosek o przyznanie bardzo ogólnego patentu bazującego na jego pierwotnym spostrzeżeniu dotyczącym tego, jak efekt polowy może wpływać na napięcie w półprzewodniku. Podczas analizy zagadnienia prawnicy odkryli jednak istnienie patentu przyznanego w 1930 roku mało znanemu Juliusowi Lilienfeldowi – fizykowi, który przedłożył plany urządzenia wykorzystującego efekt polowy, choć nigdy nie stworzył takiej konstrukcji ani nie rozumiał rządzących nią zjawisk. Pracownicy działu prawnego Bell Labs postanowili w takiej sytuacji ubiegać się o patent dotyczący bardziej specyficznego wynalazku, czyli metody wytwarzania półprzewodnikowych urządzeń ostrzowych, a w tym konkretnym wniosku pojawiały się nazwiska jedynie Bardeena i Brattaina. Prawnicy przepytali każdego z nich z osobna i obydwaj naukowcy stwierdzili, że było to wspólne odkrycie, w którym obaj mieli taki sam udział. Shockley, gdy okazało się, że został wykluczony z najważniejszego wniosku o przyznanie patentu, wpadł w furję. Zarząd firmy próbował zatuszować ten rozdzźwięk, wprowadzając zasadę, w myśl której wszelkie oficjalne fotografie oraz materiały ukazujące się w prasie miały przedstawiać wszystkich trzech mężczyzn.

Przez kilka kolejnych tygodni Shockley’ego dręczył coraz większy niepokój – w którymś momencie zaczął nawet powodować u naukowca problemy ze snem³¹. Jego „wola myślenia”, jak sam to nazywał, wynikała z „chęci odegrania bardziej znaczącej roli – i to nie menedżerskiej, ale indywidualnej – w rozwoju czegoś, co ewidentnie mogło mieć ogromne znaczenie”³². Naukowiec krążył nocami po swoim domu, rozmyślając nad

udoskonaleniem wynalazku. Wczesnym rankiem 23 stycznia 1948 roku, miesiąc po zaprezentowaniu przez Bardeena i Brattaina ich odkrycia, Shockley obudził się ze spostrzeżeniem, które łączyło w spójną całość koncepcje stworzone przez niego podczas podróży do Chicago. Usiadł przy stole kuchennym i zaczął przelewać swoje myśli na papier.

Pomysł Shockley'ego pozwalał stworzyć półprzewodnikowy wzmacniacz, który byłby mniej rachityczny od urządzenia skonstruowanego przez Bardeena i Brattaina. Zamiast wbijać złote elektrody w płytę z germanu, Shockley odwołał się do prostszej koncepcji złącza, które przypominało kanapkę. Wierzchnią i spodnią warstwę takiej konstrukcji należało wykonać z germanu z odpowiednimi domieszkami, które gwarantowałyby obecność nadmiarowych elektronów. W środku „kanapki” miała się znaleźć cienka warstwa germanu, w którym byłyby dziury elektronowe (czyli występowałyby tam niedobór elektronów). Warstwy germanu z nadmiarem elektronów były określane mianem półprzewodnika typu n (od słowa „negatywny”, czyli ujemny – chodzi o ładunek elektronu), natomiast warstwa z niedoborem elektronów i dziurami w miejscach, w których powinny się one znajdować, była półprzewodnikiem typu p (od słowa „pozytywny”, czyli dodatni). Do każdej z warstw miał być podłączony przewód, co pozwalało zmieniać napięcie w poszczególnych elementach „kanapki”. W zamyśle wynalazcy środkowa warstwa miała być barierą, której właściwości można by modyfikować, zmieniając przykładane do niej napięcie – w ten sposób dałoby się regulować natężenie prądu przepływającego między skrajnymi warstwami. Podłączenie do środkowej warstwy niewielkiego dodatniego napięcia miało, według zapisków Shockley'ego, „gwałtownie zwiększyć przepływ elektronów przez tę barierę”. Im mocniej naładowana byłaby warstwa typu p, tym silniej miała „zasysać” elektrony z jednej warstwy typu n i przekazywać je do drugiej z nich. Innymi słowy, konstrukcja ta pozwalała wzmacniać lub blokować prąd płynący przez półprzewodnik, a zmiany te mogły następować w miliardowych częściach sekundy.

Shockley zamieścił część spostrzeżeń w swoim notatniku laboratoryjnym,

ale utrzymywał całą koncepcję w tajemnicy niemal miesiąc. Sam przyznał później: „Tkwiły we mnie chęć rywalizacji i pragnienie stworzenia własnych, ważnych wynalazków związanych z tranzystorem”³³. Nie wspominał kolegom o swoich pomysłach aż do połowy lutego, gdy wszyscy wzięli udział w prezentacji, podczas której jeden z naukowców zatrudnionych w Bell Labs przedstawiał swoje spostrzeżenia związane z tym tematem. Shockley wspominał później, że „poczuł strach”, gdy badacz zaprezentował odkrycia stanowiące teoretyczną podstawę funkcjonowania urządzeń złączowych. Ktoś z grona słuchaczy – najprawdopodobniej byłby to Bardeen – mógł podjąć kolejne logiczne kroki. Jak zaznaczał Shockley, „gdyby potraktować te informacje jako punkt wyjścia do pomysłu wykorzystania złączy p-n zamiast metalowych elektrod, do wynalezienia tranzystora złączowego było już bardzo niedaleko”. Zanim Bardeen lub ktokolwiek z obecnych zdołał zasugerować stworzenie takiego urządzenia, Shockley ruszył do działania, wkroczył na scenę i ujawnił konstrukcję, nad którą pracował. Później napisał: „Nie chciałem, by w tej kwestii ktoś mnie uprzedził”³⁴.

Bardeen i Brattain byli zaskoczeni. To, że Shockley ukrywał dotychczas swoją nową koncepcję – co stanowiło naruszenie zasady dzielenia się informacjami, a więc jednego z elementów kultury pracy Bell Labs – wytrąciło ich z równowagi. Równocześnie byli pod wrażeniem nieskomplikowanego piękna koncepcji przedstawionej przez Shockley’ego.

Gdy zgłoszono wnioski o przyznanie patentów dotyczących obydwu metod konstruowania urządzeń półprzewodnikowych, władze Bell Labs uznały, że nadszedł czas, by zaprezentować wynalazek światu. Wcześniej trzeba było jednak nadać mu jakieś miano. W firmie stosowano określenia „trioda półprzewodnikowa” i „wzmacniacz wykorzystujący stany powierzchniowe”, nie były to jednak nazwy wystarczająco chwytliwe dla wynalazku, który – według całkowicie trafnych przewidywań konstruktorów – miał zrewolucjonizować świat. Któregoś dnia do biura Brattaina zajrzał jeden z jego kolegów, John Pierce. Nie tylko był on

zdołnym inżynierem, ale sprawnie posługiwał się słowem pisany i pod pseudonimem J.J. Coupling pisał fantastykę naukową. Do jego licznych dowcipnych powiedzonek zaliczały się między innymi: „Natura nie znosi lamp próżniowych” oraz „Po wielu latach szalenie dynamicznego rozwoju komputery wkroczyły w wiek niemowlęcy”. Brattain stwierdził: „Jesteś dokładnie tą osobą, której potrzebujemy”. Poprosił gościa o propozycję nazwy nowego wynalazku, a Pierce po chwili przedstawił swój pomysł. Ponieważ urządzenie posiadało zdolność transrezystancji, a zarazem powinno było kojarzyć się nazwą z innymi podzespołami, takimi jak termistor czy warystor, Pierce zaproponował słowo tranzystor. Brattain zakrzyknął: „To jest to!”. Proces nadawania nazwy obejmował jeszcze oficjalne głosowanie, w którym brali udział wszyscy inżynierowie, ale „tranzystor” bez trudu pokonał pięć innych propozycji³⁵.

30 czerwca 1948 roku w audytorium w poprzedniej siedzibie Bell Labs przy West Street na Manhattanie zebrali się przedstawiciele prasy. Shockley, Bardeen i Brattain wystąpili podczas prezentacji jako zespół; prowadzący spotkanie Ralph Bown – kierownik działu badań w firmie – włożył ciemny garnitur i kolorową muszkę. Zwierzchnik pionu badawczego podkreślał, że wynalazek jest następstwem ścisłej współpracy członków grupy oraz ich indywidualnej błyskotliwości: „Badania naukowe nabierają dziś coraz wyraźniej charakteru działań zespołowych. [...] To, co chcemy dziś zaprezentować, jest owocem pracy zespołowej i znakomitych pomysłów indywidualnych osób, a przy okazji pokazuje wartość przeprowadzania badań podstawowych w obrębie firmy”³⁶. Te słowa precyzyjnie opisywały kombinację, która stała się w erze cyfrowej przepisem na tworzenie innowacji.

„New York Times” zamieścił relację z tego spotkania na swojej czterdziestej szóstej stronie jako ostatni materiał w rubryce „informacje radiowe”, tuż po notce na temat zbliżającej się transmisji koncertu muzyki organowej. „Time” uczynił z prezentacji tranzystora najważniejszy artykuł w sekcji naukowej, opatrując go nagłówkiem „Mała szara komórka”. W Bell Labs wprowadzono zasadę mówiącą, że Shockley ma się pojawiać

na wszystkich oficjalnych zdjęciach razem z Bardeenem i Brattainem. Najśłynniejsza fotografia ukazuje całą tę trójkę w laboratorium Brattaina. Tuż przed wykonaniem zdjęcia Shockley zajął krzesło Brattaina, zachowując się tak, jakby to było jego biurko i jego mikroskop – w ten sposób stał się głównym bohaterem całej scenki. Wiele lat później Bardeen ujawnił żal i urazę żywione przez Brattaina do Shockley’ego: „Rany, Walter nienawidzi tego zdjęcia. [...] To jego sprzęt i nasz eksperyment, a Bill nie miał z tym nic wspólnego”³⁷.

Radia tranzystorowe

W Bell Labs powstało mnóstwo wynalazków – oprócz tranzystora stworzono tam również obwody wykorzystywane w komputerach, laser oraz telefonię komórkową. Gdy przychodziło jednak do zarabiania na innowacjach, okazywało się, że firma nie radzi już sobie tak dobrze. Ponieważ stanowiła część organizacji, która podlegała rozmaitym regulacjom i w wypadku większości usług telefonicznych miała pozycję monopolisty, tworzenie nowych produktów nie było dla nikogo priorytetem, a przedsiębiorstwo miało zakaz wykorzystywania monopolistycznej pozycji w celu podbijania innych rynków. Aby uporać się z powszechną krytyką oraz działaniami antymonopolowymi, firma chętnie udzielała innym podmiotom licencji na korzystanie ze swoich patentów. Przedsiębiorstwo, które chciałoby wytwarzać tranzystory, musiało jedynie wnieść naprawdę niską opłatę (25 tysięcy dolarów), a potencjalnym kontrahentom proponowano nawet seminaria przedstawiające metody produkcyjne.

Pomimo tak liberalnej polityki stosowanej przez Bell Labs jeden z nowych graczy na rynku miał problemy z uzyskaniem licencji na wytwarzanie tranzystorów: firma z siedzibą w Dallas, zajmująca się dotychczas wydobywaniem ropy naftowej, zmieniła swój profil i przyjęła nazwę Texas Instruments. Pat Haggerty, wiceprezes, który miał później przejąć pełnię władzy, pracował wcześniej w powiązanej z Marynarką

Stanów Zjednoczonych organizacji Bureau of Aeronautics (Biuro Aeronautyki) i wyniósł stamtąd przekonanie, że elektronika odmieni wkrótce wszelkie aspekty ludzkiego życia. Gdy dowiedział się o istnieniu tranzystorów, postanowił, że Texas Instruments znajdzie sposób, by zrobić z nich użytek. To przedsiębiorstwo (w przeciwieństwie do wielu innych) miało wystarczająco dużo odwagi, by poszukać dla siebie nowego miejsca na rynku. Jak wspominał Haggerty, pracownicy Bell Labs byli „najwyraźniej rozbawieni tupetem, który krył się według nich za naszym przekonaniem, że zdołamy zdobyć umiejętności potrzebne do podjęcia rywalizacji w tym sektorze gospodarki”. Właściciele patentu nie chcieli początkowo sprzedać Texas Instruments licencji. „To nie jest branża dla was – brzmiało uzasadnienie. – Uważamy, że sobie z tym nie poradzicie”³⁸.

Wiosną 1952 roku Haggerty zdołał przekonać ludzi z Bell Labs do tego, by umożliwili Texas Instruments kupno licencji na wytwarzanie tranzystorów; zatrudnił również Gordona Teala – chemika, który miał swoją pracownię przy jednym z długich korytarzy w siedzibie Bell Labs, niedaleko pomieszczeń zespołu zajmującego się półprzewodnikami. Teal był specjalistą od obróbki germanu, ale nim przeszedł do Texas Instruments, skupił swoją uwagę na krzemie, który występował dużo częściej i w wyższych temperaturach spisywał się lepiej. W maju 1954 roku Teal zdołał stworzyć krzemowy tranzystor, który wykorzystywał wynalezioną przez Shockley’ego architekturę złączową n-p-n.

Przemawiając w tym samym miesiącu podczas jednej z konferencji, Teal odczytał trzydziestojednostronicowy referat, czym niemal uśpił słuchaczy, a kończąc prelekcję, postawił publiczność na równe nogi stwierdzeniem: „Chociaż niektórzy z moich kolegów uważają, że perspektywy tranzystorów krzemowych nie są zbyt obiecujące, tak się składa, że mam ich kilka w kieszeni”. Teal przeszedł do prezentacji praktycznej i zanurzył podłączony do gramofonu tranzystor germanowy w gorącym oleju, co doprowadziło do awarii elementu elektronicznego. Chwilę później powtórzył tę operację z jednym ze swoich tranzystorów krzemowych, a dźwięki *Summit Ridge Drive* Artiego Shawa rozbrzmiewały dalej jak

gdyby nigdy nic. Teal stwierdził później: „Nim prelekcja dobiegła końca, zdumieni słuchacze rzucili się do walki o kopie referatu. Na szczęście przygotowaliśmy wcześniej zapas tych materiałów”³⁹.

Do innowacji dochodzi etapami. W przypadku tranzystora pierwszą fazą był sam wynalazek, którego autorami byli Shockley, Bardeen i Brattain. Potem nadszedł etap produkcji, kiedy do głosu doszli inżynierowie tacy jak Teal. Co równie ważne, na samym końcu potrzebni byli jeszcze przedsiębiorcy zdolni wyczarować nowe rynki. Odważny przełożony Teala, Pat Haggerty, był barwnym przykładem kogoś, kto zrealizował ten trzeci etap rozwoju innowacji.

Podobnie jak Steve Jobs Haggerty potrafił wytworzyć w swoim umyśle pole zniekształcania rzeczywistości, którego używał, by popychać ludzi do robienia rzeczy uznawanych za niewykonalne. W 1954 roku tranzystory sprzedawane wojsku kosztowały około szesnastu dolarów za sztukę. Obierając za cel podbicie rynku konsumenckiego, Haggerty nalegał, by jego inżynierowie opracowali taki sposób wytwarzania podzespołów, żeby można je było sprzedawać za mniej niż trzy dolary za sztukę. Texas Instruments poradziło sobie z tym wyzwaniem. Haggerty ujawnił też talent związany z tworzeniem urządzeń, o których istnieniu konsumenci jeszcze nie wiedzieli, choć wkrótce mieli je uznać za niezastąpione – ta umiejętność przydała mu się zarówno przy okazji prac nad tranzystorem, jak i w następnych latach; była również kolejnym podobieństwem łączącym go z Jobsem. Gdy Pat próbował przekonać RCA i inne duże firmy produkujące stacjonarne odbiorniki radiowe do podjęcia współpracy, wszyscy stwierdzali (nawiasem mówiąc, całkiem słusznie), że konsumenci nie zgłaszają zapotrzebowania na kieszonkowe radioodbiorniki. Haggerty jednak rozumiał, jak ważne jest kreowanie nowych rynków, i wiedział, że nie można się zadowalać wyłącznie walką o istniejące już obszary. Zdołał przekonać władze niewielkiej firmy wytwarzającej w Indianapolis wzmacniacze do anten telewizyjnych, by połączyła siły z Texas Instruments podczas tworzenia radioodbiornika, który miał otrzymać nazwę Regency

TR-1. Haggerty zawarł porozumienie w czerwcu 1954 roku i w typowym dla siebie stylu nalegał, by urządzenie znalazło się na rynku już w listopadzie. Plan udało się zrealizować.

Radioodbiornik Regency był rozmiarów paczki fisek, wykorzystywał cztery tranzystory i był sprzedawany w cenie 49 dolarów 95 centów. Początkowo reklamowano go głównie jako urządzenie, które miało zagwarantować użytkownikom bezpieczeństwo, gdyż Związek Radziecki dysponował od pewnego czasu bronią nuklearną. „W razie ataku wroga Regency TR-1 stanie się dla ciebie jednym z najcenniejszych przedmiotów” – głosiła pierwsza wersja instrukcji użytkownika. Urządzenie szybko stało się jednak marzeniem konsumentów i obiektem westchnień nastolatków. Plastikowa obudowa radioodbiornika była wytwarzana (podobnie jak późniejsze generacje iPoda) w czterech kolorach: czarnym, kremowym, czerwonym i szarym. W ciągu jednego roku sprzedano 100 tysięcy takich urządzeń, co było jednym z najlepszych wyników, jakie kiedykolwiek osiągnął świeżo stworzony produkt⁴⁰.

I nagle cała Ameryka wiedziała, czym jest tranzystor. Szef IBM Thomas Watson junior kupił sto radioodbiorników Regency i wręczył je najważniejszym osobom w firmie, sugerując podjęcie prac, dzięki którym tranzystory mogłyby się stać częścią komputerów⁴¹.

Co ważniejsze, dzięki radioodbiornikowi tranzystorowemu po raz pierwszy doszedł do głosu temat przewodni ery cyfrowej: wykorzystywanie technologii w celu nadawania urządzeniom osobistego charakteru. Radio nie było już stojącym w salonie urządzeniem, którym dzieli się kilka osób; zamieniło się w przedmiot osobisty, dzięki któremu każdy mógł słuchać ulubionej muzyki tam, gdzie chciał, i wtedy, kiedy miał na to ochotę – nawet jeśli były to utwory zakazane przez rodziców.

Warto podkreślić w tym miejscu istnienie symbiotycznego związku między wprowadzonymi wówczas do sprzedaży radioodbiornikami tranzystorowymi i rozwijającym się dynamicznie rock and rollem. Pierwsze komercyjne nagranie Elvisa Presleya, *That's All Right*, pojawiło się na rynku w tym samym czasie co urządzenia Regency TR-1. Nowa muzyka

stanowiąca przejaw buntu sprawiła, że każdy dzieciak chciał mieć to radio. Fakt, że takie urządzenie można było zabrać ze sobą na plażę lub do piwnicy, a następnie korzystać z niego z dala od niechętnych rock and rollowi uszu rodziców i palców kontrolujących pokrętko regulacji częstotliwości w stacjonarnym radioodbiorniku, umożliwiło rozkwit nowego gatunku muzyki. „Jedyną rzeczą, której żałuję w kontekście wynalezienia tranzystora, jest wykorzystywanie go do propagowania rock and rolla” – narzekał często (najprawdopodobniej półżartem) współtwórca tego wynalazku Walter Brattain. Roger McGuinn, który miał w przyszłości zostać wokalistą grupy The Byrds, dostał radioodbiornik tranzystorowy na swoje trzynaste urodziny w 1955 roku. Później wspominał: „Gdy usłyszałem Elvisa, moje spojrzenie na muzykę uległo zmianie”⁴².

Opisane powyżej zjawiska pozwoliły zasiać ziarno, dzięki któremu ludzie (zwłaszcza młodzi) zaczęli inaczej postrzegać elektronikę. Przestała być domeną dużych korporacji i wojska, zaczęła natomiast wspierać indywidualność, wolność osobistą, kreatywność, a nawet buntowniczego ducha.

Zawojować świat

Jednym z problemów związanych z odnoszącymi sukcesy zespołami – zwłaszcza tymi, w których nie brakuje intensywnych emocji – jest groźba rozpadu. Aby taki kolektyw mógł przetrwać, na jego czele musi stanąć wyjątkowy przywódca: ktoś, kto będzie inspirował i dbał o pracowników; podejmował wyzwania, ale równocześnie okaże gotowość do współpracy. Shockley nie był takim liderem. Stanowił wręcz jego przeciwieństwo. Skupiając się na samodzielnym stworzeniu tranzystora złączonego, Shockley pokazał, że dąży do rywalizacji z kolegami i jest gotów zatajać przed nimi swoje odkrycia. Kolejną cechą wybitnych przywódców jest umiejętność stworzenia ducha koleżeństwa, które oznaczałoby odrzucenie struktur hierarchicznych. Z tym również Shockley sobie nie radził. Był autokratą i często tłumiał ducha działań zespołowych oraz przejawianą przez

współpracowników inicjatywę. Wielki sukces Brattaina i Bardeena pojawił się wtedy, gdy Shockley podsuwał im pomysły, ale nie próbował kierować każdym ich krokiem. W późniejszym okresie szef grupy stał się bardziej władczy.

Podczas weekendowych spotkań na polu golfowym Bardeen i Brattain rozmawiali o niepokojących ich działaniach Shockley'ego. W którymś momencie Brattain uznał, że o wszystkim powinien się dowiedzieć Mervin Kelly, szef Bell Labs. „Chcesz do niego zadzwonić czy ja mam to zrobić?” – zapytał Bardeena. Zadanie to przypadło w udziale oczywiście bardziej wygadnemu Brattainowi.

Pewnego popołudnia Brattain spotkał się z szefem Bell Labs w wyłożonym drewnianymi panelami gabinecie w jego domu na przedmieściach pobliskiego Short Hills. Brattain wyjawiał swoje żale i zarzuty Bardeena, opisując niezręczności Shockley'ego jako przełożonego i kolegi. Kelly oddalił te skargi. „Koniec końców bez specjalnego namysłu i analizowania konsekwencji moich słów powiedziałem, że razem z Johnem Bardeenem wiedzieliśmy, w którym momencie Shockley wynalazł tranzystor [złączowy] p-n-p” – wspominał później Brattain. Innymi słowy, pozwolił, by wymknęła mu się zawołowana groźba związana z tym, że niektóre pomysły zawarte w patencie na tranzystor złączowy (przedstawiającym wynalazek jako samodzielne odkrycie Shockley'ego) były tak naprawdę wynikiem prac Brattaina i Bardeena. „Kelly zdał sobie sprawę, że gdyby Bardeenowi lub mnie przyszło zeznawać w sprawie dotyczącej walki o prawa patentowe, żaden z nas nie skłamałby na temat tego, o czym wiedzieliśmy. To całkowicie zmieniło jego nastawienie. Od tego momentu moja sytuacja w firmie nieco się poprawiła”⁴³. Bardeen i Brattain przestali bezpośrednio podlegać Shockley'emu.

Nowy układ nie zadowolił Bardeena, który zrezygnował z zajmowania się półprzewodnikami, zaczął pracować nad teorią nadprzewodnictwa i podjął pracę na Uniwersytecie Illinois. „Moje problemy były następstwem wynalezienia tranzystora – napisał w złożonym na ręce Kelly'ego wypowiedzeniu. – Wcześniej w firmie panowała fantastyczna atmosfera

sprzyjająca prowadzeniu badań. Po stworzeniu wynalazku Shockley początkowo nie pozwalał nikomu zajmować się tym zagadnieniem. Najkrócej rzecz ujmując, wykorzystał zespół, by zrobić użytek z własnych koncepcji”⁴⁴.

Rezygnacja Bardeena i skargi Brattaina nie wpłynęły zbyt dobrze na pozycję Shockley’ego w Bell Labs. Jego szorstka osobowość sprawiała, że pomijano go podczas przydzielania awansów. Próbował odwoływać się do Kelly’ego i do dyrektora AT&T, ale bezskutecznie. „Do licha z tym! – powiedział jednemu z kolegów. – Założę własną firmę i zarobię na tym miliony dolarów. Nawiasem mówiąc, dokonam tego wszystkiego w Kalifornii”. Gdy Kelly dowiedział się o planach Shockley’ego, nie próbował go zatrzymywać. Zrobił coś zgoła odmiennego: „Powiedziałem mu, że jeśli uważa, iż jest w stanie zarobić miliony dolarów, powinien się zająć realizacją tych planów!”. Kelly zadzwonił nawet do Laurance’a Rockefellera, proponując mu, by wsparł finansowo inicjatywę Shockley’ego⁴⁵.

W 1954 roku Shockley zmagał się nie tylko z trudną sytuacją w pracy, ale także z kryzysem wieku średniego. Kiedy jego żona zachorowała na raka jajnika, zapewniał jej wsparcie, ale gdy osiągnęła remisję, znalazł sobie nową partnerkę, z którą później się ożenił. Wziął urlop w Bell Labs, a ponieważ w grę wchodził tu klasyczny kryzys wieku średniego, nie obyło się bez kupna sportowego samochodu – zielonego dwuosobowego Jaguara XK120 cabrio.

Shockley był przez jeden semestr gościnnym wykładowcą w Kalifornijskim Instytucie Technologicznym, potem rozpoczął współpracę z działającą w Waszyngtonie wojskową instytucją Weapons Systems Evaluation Group (Grupą Oceny Systemów Uzbrojenia), przez większość czasu jednak podróżował po kraju, próbując stworzyć podwaliny swojego nowego biznesu, odwiedzając firmy działające w branży technologicznej i spotykając się z odnoszącymi sukcesy przedsiębiorcami, takimi jak William Hewlett czy Edwin Land. „Sądzę, że powinienem zgromadzić trochę funduszy i zacząć działać na własną rękę – napisał do swojej

partnerki. – Przecież wyraźnie widać, że jestem inteligentniejszy od innych ludzi, drzemie we mnie więcej energii i lepiej rozumiem współpracowników”. Dzienniki Shockley’ego z 1954 roku pokazują, że miał on problemy ze zrozumieniem istoty swoich poszukiwań. „Cóż tak właściwie oznacza brak uznania ze strony przełożonych?” – napisał któregoś dnia. Podobnie jak w wielu biografiach, również i w życiorysie Shockley’ego pojawia się motyw spełnienia oczekiwań zmarłego ojca. Analizując swój plan stworzenia firmy, dzięki której tranzystory stałyby się wszechobecne, zapisał w dzienniku: „Pomysł, który zawojuje świat. Ojciec byłby dumny”⁴⁶.

Zawojować świat. Shockley zdołał tego dokonać, choć nigdy nie odniósł sukcesu jako przedsiębiorca. Firma, którą miał wkrótce założyć, przeistoczyła dolinę słynącą z sadów morelowych w miejsce, gdzie krzem zamieniano w złoto.

Shockley Semiconductor

Podczas odbywającej się w lutym 1955 roku dorocznej gali Izby Gospodarczej w Los Angeles wyróżniono dwóch pionierów elektroniki: Lee de Foresta, wynalazcę lampy próżniowej, oraz Shockley’ego, który stworzył zamiennik tej konstrukcji. Shockley siedział tego wieczoru obok wybitnego przemysłowca, Arnolda Beckmana, wiceprezesa izby. Podobnie jak Shockley Beckman pracował wcześniej w Bell Labs, gdzie zajmował się rozwijaniem metod wytwarzania lamp próżniowych. Jako profesor Kalifornijskiego Instytutu Technologicznego stworzył wiele instrumentów pomiarowych (jeden z nich mierzył kwasowość cytryn), a potem swoją wynalazczość wykorzystał do zbudowania dużej firmy produkcyjnej.

W sierpniu tego samego roku Shockley zaproponował Beckmanowi członkostwo w radzie nadzorczej swojego przyszłego przedsiębiorstwa produkcji tranzystorów. „Podpytałem go o to, kto jeszcze ma zasiadać w radzie – wspominał później Beckman. – Okazało się, że zaprosił do niej niemal wszystkie ważne osobistości z branży, czyli samych konkurentów”.

Beckman uświadomił sobie, jak „niesamowicie naiwny” był Shockley. Chcąc mu ułatwić wypracowanie bardziej rozsądnego podejścia, zaprosił go na tydzień do Newport Beach, gdzie miał żaglówkę⁴⁷.

Plan Shockley’ego zakładał wykorzystywanie w produkcji tranzystorów dyfuzji gazu, która umożliwiłaby wzbogacanie krzemu o potrzebne domieszki. Dopasowując czas, ciśnienie i temperaturę, dałoby się precyzyjnie kontrolować cały proces, dzięki czemu można by było podjąć masową produkcję różnych odmian tranzystorów. Beckman był pod wrażeniem tej koncepcji i przekonał Shockley’ego, by zamiast zakładać własną firmę, pokierował nowym, specjalnie w tym celu powołanym finansowanym przez niego oddziałem Beckman Instruments.

Beckman chciał, by przedsiębiorstwo miało swoją siedzibę w okolicach Los Angeles, w pobliżu innych oddziałów Beckman Instruments. Shockley nalegał jednak, by centrala znalazła się w Palo Alto, w którym się wychował – dzięki temu mógłby być blisko starzejącej się matki. Łączyła go z nią bardzo bliska więź, co dla niektórych było dziwaczne, okazało się jednak ważnym czynnikiem w procesie tworzenia Doliny Krzemowej.

Palo Alto nie zmieniło się specjalnie od okresu dzieciństwa Shockley’ego i nadal było niewielkim uniwersyteckim miasteczkiem otoczonym przez sady. W latach pięćdziesiątych XX wieku liczba jego mieszkańców uległa podwojeniu i wzrosła do 52 tysięcy; w okolicy powstało też dwanaście nowych szkół podstawowych. Ten napływ ludności był częściowo związany z rozwojem przemysłu obronnego podczas zimnej wojny. Do mieszczącego się w pobliskim Sunnyvale należącego do NASA Centrum Badawczego imienia Josepha Ames’a przesyłane były puszki z kliszami zrzucone z amerykańskich samolotów szpiegowskich U-2. Swoje siedziby w tej okolicy miały różne firmy należące do branży zbrojeniowej, na przykład Lockheed Missiles and Space Division (przedsiębiorstwo budujące pociski balistyczne wystrzeliwane z łodzi podwodnych) oraz Westinghouse (producent lamp próżniowych oraz transformatorów stosowanych w systemach rakietowych). Na pobliskich obszarach powstawały niekończące się szeregi podobnych do siebie domków,

w których mieli mieszkać młodzi inżynierowie oraz młodszy członkowie kadry naukowej Uniwersytetu Stanforda. „Żyliśmy w otoczeniu tych wszystkich nowatorskich firm wojskowych – wspominał Steve Jobs, który urodził się w 1955 roku i dorastał w tej okolicy. – Było to tajemnicze, bardzo nowoczesne i sprawiało, że życie tam było niezwykle ekscytujące”⁴⁸.

Oprócz przedsiębiorstw zbrojeniowych w okolicy pojawiały się również firmy, które wytwarzały elektryczny sprzęt pomiarowy oraz inne urządzenia techniczne. Korzenie lokalnej działalności związanej z tą branżą sięgały 1938 roku, kiedy to przedsiębiorca zajmujący się elektroniką Dave Packard przeprowadził się wraz ze świeżo poślubioną żoną do Palo Alto. Za jego domem stała szopa, w której wkrótce zdomowił się przyjaciel Dave’a, Bill Hewlett. Dom miał również garaż – niezwykle praktyczne miejsce, które wkrótce stało się w Dolinie Krzemowej swoistym symbolem – gdzie Dave i Bill pracowali nad swoim pierwszym produktem: oscylatorem dźwiękowym. W latach pięćdziesiątych XX wieku firma Hewlett-Packard stała się liderem wśród lokalnych start-upów branży technologicznej⁴⁹.

Na całe szczęście w pobliżu było też miejsce przygotowane z myślą o przedsiębiorcach, którym nie wystarczała już działalność w garażach. Fred Terman, który podczas studiów doktoranckich w MIT znalazł się pod opieką Vannevara Busha, a później został na Uniwersytecie Stanforda dziekanem Wydziału Inżynierii, przeznaczył w 1953 roku niemal trzysta hektarów niezagospodarowanych terenów uniwersyteckich na park przemysłowy. Było to miejsce, w którym firmy z sektora technologicznego mogły tanio dzierżawić działki i stawiać swoje siedziby. Ta inicjatywa pomogła odmienić oblicze tego obszaru. Hewlett i Packard byli studentami Termana i to właśnie on przekonał ich, by po założeniu firmy zostali w Palo Alto, zamiast ruszyć na wschód, tak jak robiła to większość najlepszych absolwentów Uniwersytetu Stanforda. Hewlett i Packard zostali jednymi z pierwszych dzierżawców w uniwersyteckim parku przemysłowym. W latach pięćdziesiątych Terman (już jako rektor Uniwersytetu Stanforda) zachęcał firmy działające na terenie parku do wchodzenia w symbiozę

z uczelnią: pracownicy i przedstawiciele kadry kierowniczej przedsiębiorstw mogli studiować na uniwersytecie lub pracować tam jako wykładowcy zatrudniani na niepełny etat, z kolei profesorowie mieli wolną rękę, jeśli chodzi o doradzanie właścicielom nowych firm. Park przemysłowy przy Uniwersytecie Stanforda przyczynił się do rozwoju setek przedsiębiorstw, od firmy Varian poczynawszy, a na Facebooku skończywszy.

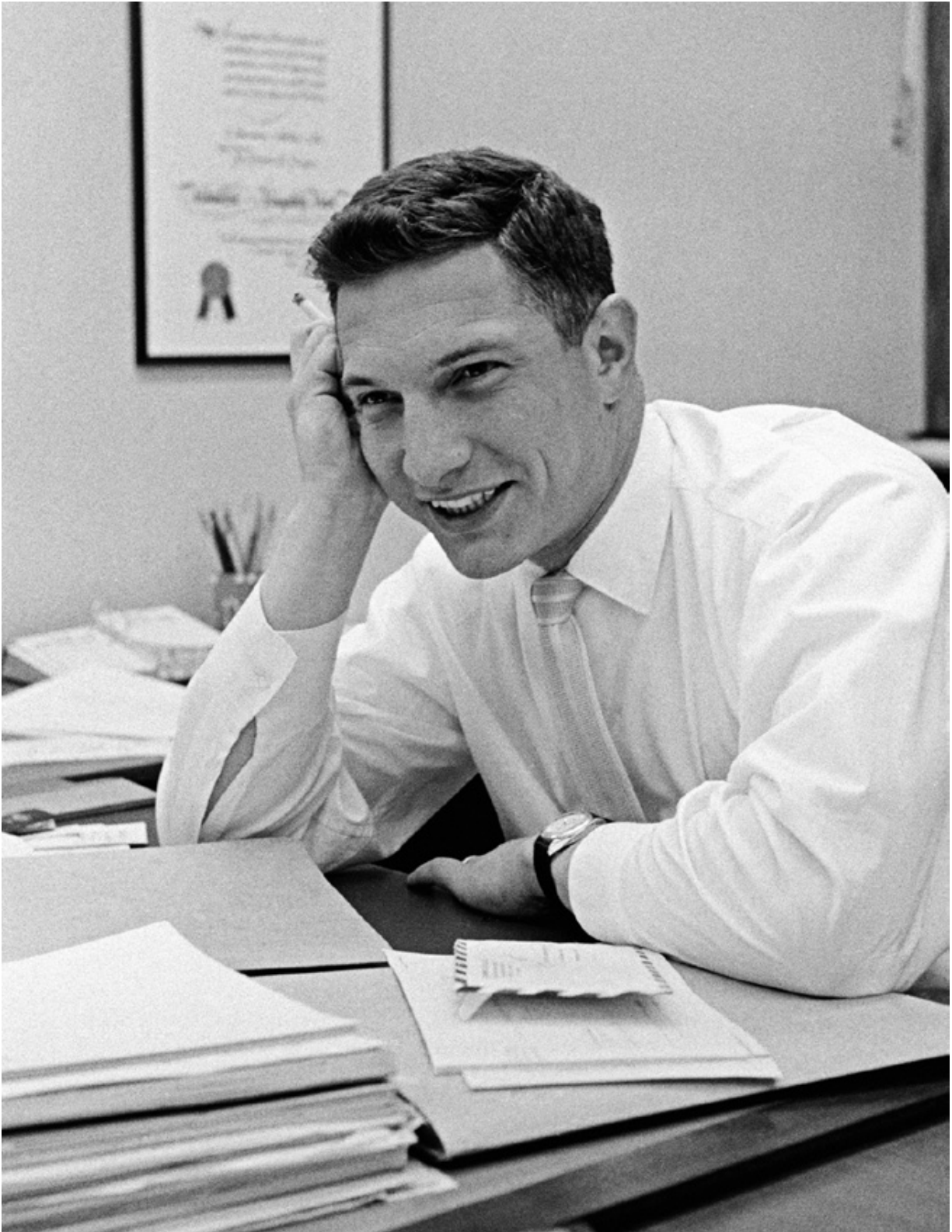
Gdy Terman dowiedział się, że Shockley ma zamiar uruchomić firmę w Palo Alto, wystosował do naukowca list, w którym opisał wszelkie zalety wynikające z posiadania siedziby w bezpośrednim sąsiedztwie Uniwersytetu Stanforda. „Jestem przekonany, że ta lokalizacja przyniesie korzyści obu stronom” – podsumował swój wywód. Shockley zaakceptował tę propozycję. Gdy w Palo Alto powstawała nowa siedziba firmy, oddział korporacji Beckman Instruments znany jako Shockley Semiconductor Laboratory zajął tymczasowo prefabrykowany blaszany barak, w którym wcześniej magazynowano morele. W dolinie pojawił się krzem.

Robert Noyce i Gordon Moore

Shockley próbował zwerbować część naukowców, z którymi pracował w Bell Labs, ale ci za dobrze wiedzieli, z kim mają do czynienia. W takiej sytuacji stworzył spis najlepszych amerykańskich inżynierów zajmujących się półprzewodnikami, a potem zaczął do nich telefonować. Najważniejszą osobą figurującą na tej liście (a zarazem postacią, której wybór miał mieć ogromne znaczenie) był Robert Noyce, charyzmatyczny „złoty chłopiec” z Iowa, który doktoryzował się w MIT i jako dwudziestoośmiolatek kierował działem badawczym w Philco w Filadelfii. W styczniu 1956 roku Noyce podniósł słuchawkę telefonu i usłyszał słowa: „Mówi Shockley”. Młody człowiek od razu uświadomił sobie, z kim rozmawia. Jak sam twierdził, „to było jak telefon od Boga”⁵⁰. Później żartował: „Gdy przyjechał tutaj, by założyć Shockley Labs, tylko gwizdnął, a ja od razu przybiegłem”⁵¹.

Noyce, trzeci z czterech synów kongregacjonalistycznego pastora,

dorastał w stanie Iowa w niewielkich miastach rolniczych (Burlington, Atlantic, Decorah i Webster City), w których działał jego ojciec. Obydwaj dziadkowie Noyce'a również byli pastorami kościoła kongregacyjnego – nonkonformistycznego ruchu protestanckiego, który zrodził się z idei purytanizmu. Chociaż Robert nie odziedziczył po przodkach głębokiej pobożności, przesiąkł typową dla ich wyznania awersją do hierarchii, autokratycznego przywództwa oraz władzy skupionej w rękach jednej osoby⁵².



Robert Noyce (1927–1990) w Fairchild w 1960 roku



Gordon Moore (ur. 1929) w Intelu w 1970 roku



Gordon Moore (pierwszy z lewej), Robert Noyce (pośrodku przed grupą) oraz pozostali przedstawiciele „zdradzieckiej ósemki”, która odeszła w 1957 roku z Shockley Semiconductor Laboratory, by założyć Fairchild Semiconductor

Gdy Noyce miał dwanaście lat, jego rodzina osiadła ostatecznie w Grinnell (miejscowości odległej o jakieś osiemdziesiąt kilometrów na wschód od Des Moines, liczącego wówczas 5200 mieszkańców), gdzie ojciec Roberta dostał pracę w kościelnych strukturach administracyjnych. Wszystko, co działo się w tym mieście, obracało się wokół Grinnell College założonego w 1846 roku przez grupę kongregacjonistów z Nowej Anglii. Robert Noyce ze swoim zaraźliwym uśmiechem i dobrze zbudowanym, zgrabnym ciałem, przodował w miejscowej szkole średniej jako uczeń, sportowiec i obiekt dziewczęcych westchnień. „Często pojawiający się na twarzy asymetryczny uśmiech, nienaganne maniery, odpowiednie pochodzenie, falujące włosy opadające na wysokie czoło, a także odrobina łobuzerstwa – wszystko to tworzyło mieszaninę, która przykuwała uwagę” – napisała autorka jego biografii, Leslie Berlin. Jak stwierdziła sympatia

Noyce'a z czasów licealnych: „najprawdopodobniej miał on w sobie więcej wdzięku niż wszyscy inni mężczyźni, jakich miałam okazję spotkać”⁵³.

Wiele lat później dziennikarz Tom Wolfe zamieścił w „Esquire” rys biograficzny Noyce'a, robiąc z niego niemal świętego:

Bob miał szczególny sposób słuchania i obserwowania swoich rozmówców. Lekko pochylał głowę i obdarzał człowieka spojrzeniem, które zdawało się mieć natężenie stu amperów. Gdy na ciebie patrzył, nigdy nie mrugał ani nie przełykał śliny. Chłonał wszystko, co miałeś do powiedzenia, a potem spokojnie odpowiadał łagodnym barytonem, często sięgając przy okazji po uśmiech, który ukazywał rząd idealnie równych zębów. Spojrzenie, głos, uśmiech; to wszystko przypominało do pewnego stopnia któregoś z bohaterów granych przez najsłynniejszego absolwenta Grinnell College, Gary'ego Coopera. Dzięki wyrazistej twarzy, atletycznie zbudowanemu ciału i manierom Gary'ego Coopera Bobowi Noyce'owi towarzyszyło coś, co psychologowie nazywają efektem aureoli. Ludzie wywołujący ten efekt sprawiają wrażenie osób, które doskonale wiedzą, co robią – co więcej, powodują, że chcesz ich za to podziwiać. Tacy ludzie sprawiają, że dostrzegasz aureole wokół ich głów⁵⁴.

W dzieciństwie Noyce wiele skorzystał z sytuacji, która wówczas należała do dość typowych: „Tata zawsze starał się urządzić w piwnicy warsztat”. Młody Noyce uwielbiał budować różne rzeczy – stworzył między innymi radio lampowe, sanie napędzane śmigłem oraz latarkę czołową, z której korzystał, roznosząc wcześnie rano gazety. Najbardziej znaną z jego konstrukcji była lotnia, na której latał, podczepiając ją do szybko jadącego samochodu lub skacząc z dachu stodoły. „Dorastałem w małym amerykańskim miasteczku, gdzie trzeba było być samowystarczalnym. Jeżeli coś się psuło, trzeba to było samodzielnie naprawić”⁵⁵.

Podobnie jak jego bracia Robert Noyce świetnie radził sobie z nauką. Młodzieniec pielęgnował trawnik Granta Gale'a, uwielbianego profesora fizyki, wykładającego w Grinnell College. Dzięki wsparciu matki, która

znała rodzinę Gale'ów z kościoła, młody Noyce jeszcze jako uczeń ostatniej klasy szkoły średniej otrzymał zgodę na to, by uczęszczać na zajęcia prowadzone przez Gale'a na uczelni. Gale stał się mentorem Noyce'a i pozostał nim również w kolejnym roku, gdy młodzieniec rozpoczął studia w Grinnell College.

Noyce zdobył tam tytuł magistra matematyki i fizyki, bez wysiłku osiągając wspaniałe wyniki we wszystkich dziedzinach, zarówno obowiązkowych, jak i ponadprogramowych. Na zajęciach z fizyki potrafił wyprowadzić każdy używany wzór, jako nurek należący do kadry pływackiej sięgnął po tytuł mistrzowski podczas akademickich zawodów Midwest Conference, grał w orkiestrze na oboju, śpiewał w chórze, projektował układy dla klubu tworzącego modele latające, występował w głównej roli w radiowej operze mydlanej i pomagał swojemu profesorowi matematyki prowadzić zajęcia z rachunku różniczkowego liczb zespolonych. Co najbardziej zdumiewające, pomimo wszystkich tych dokonań był bardzo lubiany.

Jego łobuzerskie nastawienie czasami ściągało na niego kłopoty. Gdy mieszkańcy jego akademika postanowili zorganizować wiosną hawajskie przyjęcie luau, będący wówczas na trzecim roku studiów Noyce podjął się wraz z jednym z przyjaciół zdobycia świni, która miała zostać upieczona podczas zabawy. Po kilku drinkach młodzieńcy zakradli się na teren pobliskiego gospodarstwa i robiąc użytek z siły oraz zręczności, uprowadzili kilkunastokilogramowe prosię. Kwiczące na początku zwierzę zostało oprawione pod prysznicem w akademiku, po czym trafiło na rożen. Wieczór upłynął na wiwatowaniu, oklaskach, jedzeniu i piciu, ale następnego ranka pojawił się kac moralny. Noyce poszedł wraz z przyjacielem do farmera i przyznał się do popełnionego czynu, proponując, że zapłaci za porwane zwierzę. Gdyby to była opowiadka z książki dla młodzieży, Noyce otrzymałby zapewne nagrodę w postaci statuetki wiśniowego drzewka imienia Jerzego Waszyngtona (który jako dziecko równie otwarcie powiedział ojcu o popełnionym występku polegającym na ścięciu wiśni). Tyle że w rolniczym stanie Iowa, gdzie

farmerzy zmagali się z licznymi trudnościami, taka kradzież nie mogła ujść ani za zabawną, ani wybaczną. Właścicielem gospodarstwa był oschły burmistrz miasta, który zagroził, że poinformuje o wszystkim prasę. Ostatecznie do ugody doprowadził profesor Gale: ustalono, że Noyce zapłaci za zwierzę i zostanie zawieszony na jeden semestr w obowiązkach studenta, ale w zamian za to nie zostanie wydany z uniwersytetu. Noyce przyjął tę karę ze spokojem⁵⁶.

Gdy wrócił na uczelnię w lutym 1949 roku, Gale zrobił dla niego coś, co okazało się jeszcze większą przysługą. Profesor przyjaźnił się podczas studiów z Johnem Bardeenem, a gdy przeczytał informację na temat tranzystora stworzonego w Bell Labs między innymi przez swojego kolegę, wysłał do firmy list z prośbą o przesłanie jednego egzemplarza wynalezionego niedawno urządzenia. Skontaktował się również z dyrektorem Bell Labs, który był absolwentem Grinnell College oraz ojcem dwóch aktualnych studentów uczelni. Wkrótce na uczelnię dotarły zestaw technicznych monografii oraz sam tranzystor. „Grant Gale zdobył jeden z pierwszych tranzystorów ostrzowych, jakie w ogóle powstały – wspominał później Noyce. – To wszystko wydarzyło się, kiedy byłem na trzecim roku studiów. Podejrzewam, że to była jedna z tych rzeczy, które zachęciły mnie do zajęcia się tranzystorami”. W udzielonym później wywiadzie Noyce przedstawił bardziej obrazowy opis swojej ekscytacji: „Ta idea wstrząsnęła mną niczym wybuch bomby atomowej. To było po prostu zdumiewające. Mam na myśli koncepcję uzyskiwania wzmocnienia bez konieczności wytwarzania próżni. To była jedna z tych idei, które po prostu wybijają człowieka z rutyny i zmuszają do nowego sposobu myślenia”⁵⁷.

Po ukończeniu studiów Noyce otrzymał „nagrodę brązowego melonika”, która dla osoby obdarzonej takim urokiem stanowiła najwyższe wyróżnienie: był to przyznawany przez kolegów tytuł dla „studenta ostatniego roku, który uzyskał najlepsze oceny, wkładając w to najmniej wysiłku”. Gdy Noyce pojawił się w MIT, by podjąć studia doktoranckie, uświadomił sobie jednak, że będzie się musiał bardziej przyłożyć do nauki.

Uznano, że ma braki w zakresie fizyki teoretycznej, co oznaczało konieczność zapisania się na wyrównawczy kurs wstępny. Po roku sytuacja się poprawiła, a Robert zdobył uznanie środowiska akademickiego. Jego praca doktorska opisywała, jak efekt fotoelektryczny manifestuje się w stanach powierzchniowych izolatorów. Chociaż nie był to wielki tryumf analityczny czy laboratoryjny, dysertacja ta pozwoliła Noyce'owi zapoznać się z badaniami Shockley'ego.

Gdy Noyce został zaproszony przez Shockley'ego do współpracy, z chęcią przyjął tę ofertę. W tym miejscu pojawiła się jednak dziwaczna przeszkoda. Shockley, który jako dziecko nie zdołał się wykazać podczas testów na inteligencję, zaczynał przejawiać straszną paranoję, która miała się położyć cieniem na jego późniejszej karierze: nalegał, by jego przyszli podwładni przechodzili cały zestaw badań psychologicznych i testów na inteligencję. Noyce spędził więc cały dzień w mieszczącej się na Manhattanie firmie zajmującej się przeprowadzaniem takich analiz: opisywał swoje reakcje związane z oglądanymi plamami atramentu, opiniował dziwaczne obrazki i rozwiązywał quizy mające zbadać jego zdolności. Wyszło na to, że jest introwertykiem i nie będzie dobrym menedżerem, co mówiło więcej o niedoskonałości testów niż o charakterze samego Noyce'a⁵⁸.

Kolejnym wspaniałym kandydatem zatrudnionym przez Shockley'ego (i – zdaniem firmy od analiz psychologicznych – kolejnym przyszłym kiepskim menedżerem) był obdarzony cichym głosem chemik Gordon Moore. Również i dla niego telefon od Shockley'ego był jak grom z jasnego nieba. Shockley starannie dobierał do swojego zespołu fachowców obdarzonych różnymi uzdolnieniami, które można by było później połączyć, indukując w ten sposób innowacyjność. „Wiedział, że chemicy przydali mu się w Bell Laboratories, więc uznał, że będzie ich potrzebował również do swojego nowego przedsięwzięcia. W którymś momencie trafił na mój trop i postanowił do mnie zadzwonić – wspominał później Moore. – Na szczęście poznałem, z kim mam do czynienia. Podniosłem słuchawkę,

a mój rozmówca oznajmił: »Halo, mówi Shockley«⁵⁹.

Za sprawą swojej skromności oraz przyjaznych manier będących zasłoną, za którą skrywał się niezwykle precyzyjny umysł, Gordon Moore stał się jedną z najbardziej uwielbianych postaci w Dolinie Krzemowej. Dorastał niedaleko Palo Alto, w Redwood City, gdzie jego ojciec był zastępcą szeryfa. Gdy Gordon miał jedenaście lat, jedno z mieszkających w sąsiedztwie dzieci otrzymało w prezencie zestaw małego chemika. „W tamtych czasach w takich zestawach można było znaleźć całkiem ciekawe rzeczy” – wspominał Moore, załamując przy tym ręce nad rządowymi regulacjami i obawami rodziców, które doprowadziły do zdecydowanego okrojenia zawartości takich zabawek edukacyjnych, najprawdopodobniej zmniejszając w ten sposób populację tak potrzebnych w kraju naukowców. Moore zdołał wyprodukować niewielką porcję nitrogliceryny, którą zamienił później w dynamit. „Kilkadziesiąt gramów dynamitu pozwala stworzyć fantastyczną petardę” – wspominał z uśmiechem na twarzy podczas rozmowy kwalifikacyjnej, ruszając przy okazji wszystkimi dziesięcioma palcami, by pokazać, że zdołały one przetrwać takie dziecięce wybryki⁶⁰. Jak sam twierdził, jego zabawa z zestawami małego chemika pomogła mu wkroczyć na ścieżkę, która zawiodła go na studia chemiczne w Berkeley i doprowadziła do obrony doktoratu w Kalifornijskim Instytucie Technologicznym.

Od przyjścia na świat aż do momentu zdobycia tytułu doktorskiego Moore nigdy nie podróżował na wschód dalej niż do Pasadeny. Był prawdziwym Kalifornijczykiem: spokojnym i przyjaznym. Po ukończeniu studiów doktoranckich przez jakiś czas pracował w laboratorium fizycznym Marynarki Wojennej w Marylandzie. Wraz z ukochaną żoną Betty (również urodzoną w północnej Kalifornii) marzył jednak o powrocie w rodzinne strony, chętnie więc przystał na propozycję Shockley’ego.

Gdy Moore przyjechał na rozmowę kwalifikacyjną, miał dwadzieścia siedem lat (był o rok młodszy niż Noyce) i zaczynał już łysieć (w dystygowany sposób). Shockley zarzucił go pytaniami i łamigłówkami, mierząc ze stoperem w rękę czas potrzebny na udzielenie odpowiedzi.

Moore poradził sobie tak dobrze, że Shockley zabrał go na kolację do Rikeys Hyatt House, lokalnego miejsca spotkań, po czym zaprezentował swoją magiczną sztuczkę: wygiął łyżeczkę, pozornie nie używając do tego żadnej siły⁶¹.

Shockley zatrudnił w sumie kilkunastu inżynierów; prawie wszyscy byli jeszcze przed trzydziestką i uważali, że ich szef jest trochę ekscentryczny, ale zarazem niezwykle błyskotliwy. „Któregoś dnia pojawił się w moim laboratorium w MIT, a ja pomyślałem sobie, że nigdy nie spotkałem kogoś tak genialnego – wspominał fizyk Jay Last. – Wówczas zmieniłem swoje plany zawodowe i stwierdziłem, że chcę wyjechać do Kalifornii i pracować z tym człowiekiem”. Wśród innych naukowców zatrudnionych przez Shockley’ego byli także Jean Hoerni, urodzony w Szwajcarii fizyk, oraz Eugene Kleiner, który miał później zostać wybitnym inwestorem venture capital. W kwietniu 1956 roku grono nowych pracowników było już wystarczająco liczne, by zorganizować przyjęcie powitalne. Noyce jechał na nie przez cały kraj z Filadelfii, ścigając się z czasem i starając się nie spóźnić. Dotarł na miejsce o dziesiątej wieczorem, gdy Shockley tańczył właśnie samotnie tango z różą w zębach. W stworzonej przez Leslie Berlin biografii Noyce’a znajduje się wypowiedź jednego z inżynierów, który opisał moment pojawienia się Noyce’a na przyjęciu: „Był nieogolony i wyglądał tak, jakby garnitur miał na sobie od tygodnia, a do tego sprawiał wrażenie spragnionego. Na stole znajdowała się gigantyczna waza z martini. Noyce unosi ją, po czym zaczął pić prosto z naczynia. Chwilę później padł nieprzytomny na ziemię. Powiedziałem sobie: »będzie niezła zabawa«”⁶².

Rozpad firmy Shockley’ego

Niektórzy przywódcy potrafią być uparci i wymagający, a mimo to rozbudzają poczucie lojalności. Celebrują zuchwałość w sposób, który przydaje im charyzmy. Weźmy na przykład Steve’a Jobsa: jego osobisty manifest (przedstawiony w formie reklamy telewizyjnej) zaczynał się od

słów: „Za tych, co szaleni. Za odmieńców. Buntowników. Awanturników. Niedopasowanych. Za tych, co patrzą na świat inaczej”. Jeff Bezos, który założył Amazon, też posiada tę zdolność inspirowania. Cała sztuka polega na tym, by zachęcać do podążania za sobą nawet w te miejsca, które mogą się wydawać nieosiągalne. Chodzi o motywowanie innych do dzielenia poczucia misji. Shockley takiego talentu nie posiadał. Dzięki otaczającej go aurze był w stanie zgromadzić zespół błyskotliwych naukowców, ale po rozpoczęciu pracy nowo zatrudnieni (podobnie jak Brattain i Bardeen) szybko zaczęli się zmagać z rozgoryczeniem wywoływanym przez nieudolne zarządzanie.

Jedną z przydatnych cech przywódczych jest intuicja podpowiadająca, kiedy należy kontynuować działania wbrew głosom niedowiarków, a kiedy warto wysłuchać racji krytyków. Shockley miał z tym problem. Jeden z takich konfliktów pojawił się wówczas, gdy wymyślił czterowarstwową diodę, która miała być jego zdaniem szybsza i bardziej wszechstronna od trójwarstwowego tranzystora. W pewnym sensie był to pierwszy krok w kierunku układów scalonych, ponieważ nowa konstrukcja wykonywałaby zadania, które wymagałyby umieszczenia na płycie czterech lub pięciu tranzystorów. Pomysł Shockley’ego trudno było jednak wcielić w życie (na cienką niczym papier warstwę krzemu należało nanieść z każdej strony inne domieszki), a większość stworzonych urządzeń tego typu okazała się bezużyteczna. Noyce próbował przekonać Shockley’ego do porzucenia koncepcji takiej diody, ale bez powodzenia.

Wielu twórców przełomowych wynalazków okazywało podobny upór związany z forsowaniem nowych idei, ale Shockley przekroczył granicę dzielącą wizjonerstwo od pogrążania się w świecie halucynacji, przez co stał się podręcznikowym przykładem kiepskiego przywódcy. Próbuąc stworzyć czterowarstwową diodę, ukrywał część informacji i wykazywał się brakiem elastyczności, autorytarnym podejściem oraz paranoidalnymi pomysłami. Tworzył działające w tajemnicy zespoły i odmawiał dzielenia się informacjami z Noyce’em, Moore’em i innymi. „Nie potrafił się zmierzyć z faktem, że podjął złą decyzję, więc zaczął obwiniać wszystkich

wokół siebie – wspominał Jay Last, jeden z inżynierów, którzy stawili czoło zwierzchnikowi. – Był bardzo grubiański. Choć początkowo należałem do jego ulubieńców, z czasem stałem się przyczyną wszystkich jego problemów”⁶³.

Paranoja Shockley’ego zaczynała już wpływać na jego charakter, stając się źródłem destruktywnych zajęć. Gdy sekretarka skaleczyła się w palec, otwierając drzwi, Shockley uroił sobie, że ma do czynienia ze spiskiem i sabotażem. Zarządził, by wszyscy pracownicy przeszli badania wykrywaczem kłamstw. Większość personelu odmówiła, a Shockley musiał się wycofać. Po jakimś czasie okazało się, że rana na palcu sekretarki powstała za sprawą tkwiących w drzwiach resztek pinezki, użytej przez kogoś do przypięcia jakiejś karteczki. „Nie sądzę, by słowo »tyran« było w stanie choćby częściowo opisać Shockley’ego – stwierdził Moore. – Był skomplikowanym człowiekiem. Przejawiał ogromną ambicję i był gotów rywalizować nawet ze swoimi pracownikami. Według mojej amatorskiej oceny był również paranoikiem”⁶⁴.

Co gorsza, czterowarstwowa dioda, którą Shockley był zauroczony, nie spełniła pokładanych w niej nadziei. Czasami różnica pomiędzy geniuszem a głupkiem sprowadza się do tego, czy ich pomysły okażą się trafione. Gdyby dioda Shockley’ego sprawdziła się w praktyce lub gdyby na bazie tej koncepcji zdołał zbudować układ scalony, mógłby znów zasłużyć na miano wizjonera. Do tego jednak nie doszło.

Sytuacja jeszcze się pogorszyła, gdy Shockley oraz jego byli współpracownicy – Bardeen i Brattain – otrzymali Nagrodę Nobla. Kiedy Shockley wczesnym rankiem 1 listopada 1956 roku odebrał telefon, pomyślał sobie, że ktoś przy okazji Halloween postanowił spłatać mu psikusa. Później w jego umyśle zrodziło się złowróżbne przeświadczenie, że ktoś mógłby zablokować przyznanie mu nagrody; wystosował nawet do Komitetu Noblowskiego list, próbując bezskutecznie uzyskać informacje o osobach, które nie poparły jego kandydatury. Informacja o przyznaniu nagrody sprawiła, że napięcie zelżało choć na jeden dzień i pojawiła się okazja, by świętować sukces. W Rickeys zorganizowano uroczysty lunch

z szampanem.

Shockley nadal nie utrzymywał kontaktów z Bardeenem i Brattainem, ale gdy wszyscy trzej wraz z rodzinami przyjechali do Sztokholmu na ceremonię wręczenia nagród, spotkanie przebiegło w serdecznej atmosferze. Przewodniczący Komitetu Noblowskiego podkreślił podczas swojego przemówienia, że do wynalezienia tranzystora przyczyniło się połączenie indywidualnego geniuszu oraz pracy zespołowej. Prace nad tą innowacją zostały określone mianem „olbrzymiego wysiłku łączącego zdolność przewidywania, pomysłowość oraz wytrwałość przejawianą zarówno indywidualnie, jak i zbiorowo”. Późnym wieczorem tego samego dnia Bardeen i Brattain siedzieli w barze Grand Hotelu, popijając drinki. Tuż po północy pojawił się tam również Shockley. Chociaż nie rozmawiali z nim od sześciu lat, odłożyli na bok to, co ich różniło, i zaprosili go do stolika.

Gdy Shockley wrócił ze Sztokholmu, dokuczał mu ból głowy, ale jego brak pewności siebie wcale nie zmalał. Podczas dyskusji ze współpracownikami twierdził, że to był już „ostatni dzwonek”, by doceniono jego dokonania. Atmosfera w firmie „gwałtownie się pogorszyła”, jak stwierdził Last; przedsiębiorstwo zaczęło przypominać „jeden wielki szpital psychiatryczny”. Noyce poinformował Shockley’ego o „ogólnym rozgoryczeniu” narastającym wśród pracowników, ale te ostrzeżenia przeszły bez echa⁶⁵.

Niechęć Shockley’ego do dzielenia się sławą sprawiła, że trudno mu było stworzyć w firmie ducha współpracy. Gdy kilku spośród jego pracowników przygotowało referaty, które miały być przedstawione podczas konferencji American Physical Society (Amerykańskiego Towarzystwa Fizycznego) w grudniu 1956 roku – miesiąc po przyznaniu twórcom tranzystora Nagrody Nobla – Shockley zażądał, by we wszystkich tych pracach wymienić go jako współautora. Ta sama zasada dotyczyła większości zgłaszanych przez jego firmę wniosków o przyznanie patentów. Równocześnie upierał się (zaprzeczając częściowo opisanej właśnie

polityce), że każde nowe urządzenie jest tak naprawdę dziełem tylko jednej osoby, ponieważ „istnieje tylko jedna żarówka, która rozbłysła w czyjeś głowie”. Reszta osób zaangażowanych w tworzenie innowacji była jego zdaniem „zaledwie pomocnikami”⁶⁶. A przecież doświadczenia wyniesione z zespołu, który wynalazł tranzystor, powinny były uwolnić go od takiego myślenia.

Ego Shockley’ego było źródłem konfliktów nie tylko z podwładnymi, ale również z tytułarnym zwierzchnikiem i właścicielem firmy, Arnoldem Beckmanem. Gdy Beckman przyleciał na spotkanie dotyczące konieczności ograniczenia wydatków, Shockley zaskoczył wszystkich, stwierdzając w obecności swoich najważniejszych pracowników: „Arnold, jeśli nie podoba ci się to, co tutaj robimy, mogę zabrać tych ludzi i poszukać wsparcia w jakimś innym miejscu”. Zaraz po ogłoszeniu tej deklaracji opuścił pospiesznie pomieszczenie, upokarzając właściciela firmy na oczach kadry.

Nic więc dziwnego, że Beckman uważnie wysłuchał Moore’a, który zadzwonił do niego w maju 1957 roku. Naukowiec został wcześniej wybrany przez niezadowolonych kolegów jako osoba, która przekaże mu ich zarzuty.

„Sytuacja nie wygląda zbyt ciekawie, prawda?” – spytał Beckman.

„Rzeczywiście” – potwierdził Moore, który zapewnił Beckmana, że jeśli Shockley odejdzie, najważniejsze osoby w firmie nie złożą wypowiedzeń⁶⁷. Ostrzegł go jednak, że możliwa jest także sytuacja odwrotna: jeżeli Shockley nie zostanie zastąpiony kompetentnym menedżerem, kadra najprawdopodobniej rozstanie się z firmą.

Moore i jego koledzy mieli niedawno okazję obejrzeć *Bunt na okręcie* i zaczęli spiskować przeciwko swojemu kapitanowi Queegowi⁶⁸. W wyniku potajemnych spotkań i kolacji zorganizowanych w kolejnych tygodniach siedmiu niezadowolonych pracowników, którzy zajmowali w firmie wysokie stanowiska i zjednoczyli się pod wodzą Moore’a, zawarło z Beckmanem porozumienie: Shockley miał objąć stanowisko o charakterze doradczym i zrezygnować z funkcji menedżera. Beckman zaprosił

Shockley'ego na kolację i poinformował go o planowanych zmianach.

Shockley początkowo przystał na tę propozycję. Miał zamiar pozwolić Noyce'owi na zarządzanie laboratorium, a sam ograniczyć się do doradztwa strategicznego oraz prezentowania pomysłów. Później zmienił jednak zdanie. Oddawanie władzy nie leżało w jego naturze. Co więcej, miał zastrzeżenia do zdolności przywódczych Noyce'a. Powiedział Beckmanowi, że Noyce'owi brakowało zdecydowania, przez co nie byłby „agresywnym liderem”; swoją drogą zarzuty nie były do końca bezpodstawne. Shockley był zdaniem krytyków zbyt stanowczy i zdeterminowany, ale Noyce'owi, który był z natury przyjazny i uczynny, przydałoby się trochę więcej bezwzględności. Najważniejszym wyzwaniem stojącym przed menedżerami jest znalezienie właściwych proporcji między zdecydowaniem a koleżeństwem – ani Shockley, ani Noyce nie zdołali osiągnąć w tej kwestii równowagi.

Gdy doszło do sytuacji, w której trzeba było wybrać między Shockleym a pracownikami firmy, Beckman stchórzył. „Kierując się źle rozumianym poczuciem lojalności, zakładałem, że jestem dłużnikiem Shockley'ego i powinienem dać mu szansę pokazania, iż ma rację – tłumaczył później Beckman. – Gdybym wówczas wiedział to, co wiem teraz, rozstałbym się z Shockleym”⁶⁹. Decyzja Beckmana zaskoczyła Moore'a i jego stronników. „Beckman zasadniczo oznajmił nam: »Czy wam się to podoba, czy nie, to Shockley jest tu szefem« – wspominał Moore. – Nagle okazało się, że grupa młodych ludzi po studiach doktoranckich nie zdoła tak łatwo usunąć ze stanowiska noblisty”. Bunt był nieunikniony. „Byliśmy całkowicie oszołomieni i zdaliśmy sobie sprawę z tego, że musimy odejść” – mówił później Last⁷⁰.

Porzucenie cieszącej się określoną reputacją firmy w celu założenia własnego, konkurencyjnego przedsiębiorstwa, było w tamtych czasach dosyć nietypową strategią i wymagało odwagi. „Kultura biznesowa obowiązująca w tym kraju zakładała, że człowiek otrzymuje posadę w jakiejś firmie, a potem pracuje w tym miejscu aż do emerytury – stwierdził Regis McKenna, który został z czasem agentem reklamowym

wspierającym firmy z branży technologicznej. – Tak przedstawiały się tradycyjne amerykańskie wartości na Wschodnim Wybrzeżu, a nawet na Środkowym Zachodzie”. Teraz sytuacja wygląda oczywiście inaczej, a do zmiany mentalności przyczynili się właśnie buntownicy z firmy Shockley’ego. „Dziś wydaje się nam, że takie działania są oczywiste, ponieważ stały się elementem obowiązującej tradycji, zapoczątkowanej przede wszystkim przez tę grupę – stwierdził Michael Malone, historyk zajmujący się dziejami Doliny Krzemowej. – Lepiej zrezygnować ze swojej posady, założyć własną firmę i ponieść porażkę, niż trzymać się przez trzydzieści lat jednego przedsiębiorstwa. W latach pięćdziesiątych XX wieku sytuacja przedstawiała się jednak zupełnie inaczej. Coś takiego było cholernie przerażające”⁷¹.

Na czele grupy buntowników stanął Moore. Grupa licząca początkowo siedem osób (Noyce jeszcze nie przyłączył się do rebeliantów) postanowiła założyć własną firmę. Do tego potrzebne były jednak pieniądze. Jeden z buntowników, Eugene Kleiner, wysłał list do brokera, który współpracował z jego ojcem i był zatrudniony w szanowanym biurze maklerskim Hayden, Stone & Co. Po zaprezentowaniu referencji grupy Kleiner napisał: „Jestem przekonany, że w ciągu trzech miesięcy bylibyśmy w stanie stworzyć firmę zajmującą się półprzewodnikami”. List wylądował ostatecznie na biurku Arthura Rocka, trzydziestoletniego analityka, który od czasu studiów w Harvard Business School odnosił sukcesy na rynku ryzykownych inwestycji. Rock przekonał swojego przełożonego Buda Coyle’a, że warto się wybrać na zachód kraju, by poznać szczegóły tej propozycji⁷².

Gdy Rock i Coyle spotkali się z siódmką naukowców w hotelu Clift w San Francisco, stwierdzili, że grupie brakuje lidera. Zaczęli namawiać buntowników, by przeciągnęli na swoją stronę Noyce’a, który ze względu na poczucie przywiązania do Shockley’ego nie zdecydował się odejść z firmy. Moore zdołał ostatecznie przekonać kolegę do tego, by pojawił się na kolejnym zebraniu grupy. Rock był pod wrażeniem: „Gdy tylko zobaczyłem Noyce’a, zaimponowała mi jego charyzma. Widać było, że jest

idealnym przywódcą tej grupy. Wszyscy akceptowali jego opinie”⁷³. Podczas spotkania cała grupa – łącznie z Noyce’em – uzgodniła odejście z firmy i założenie własnego przedsiębiorstwa. Coyle wyciągnął kilka świeżo wydrukowanych banknotów, na których złożono podpisy, zawierając w ten symboliczny sposób porozumienie.

Zdobycie pieniędzy na uruchomienie całkowicie niezależnej firmy nie było łatwe – zwłaszcza w sytuacji, w której inwestorami miały być szanowane korporacje. Zapewnianie start-upom kapitału początkowego nie było jeszcze popularną praktyką; ta nowatorska koncepcja miała się dopiero upowszechnić (jak okaże się w następnym rozdziale, doszło do tego właśnie przy okazji kolejnego przedsięwzięcia, w które zaangażowali się Noyce i Moore). Panowie zaczęli więc szukać inwestora – korporacji, która umożliwiłaby im stworzenie cieszącego się sporą autonomią oddziału na wzór tego, co Beckman zapewnił Shockley’emu. W kolejnych dniach spiskowcy zaczęli studiować „Wall Street Journal” i wkrótce sporządzili listę trzydziestu pięciu firm, które mogłyby ich przygarnąć. Gdy Rock wrócił do Nowego Jorku, zaczął dzwonić do potencjalnych inwestorów, ale jego wysiłki spełzły na niczym. „Nikt nie chciał zaakceptować pomysłu utworzenia odrębnego oddziału firmy – wspominał później. – Wszyscy zakładali, że aktualni pracownicy danego przedsiębiorstwa będą spoglądać na takie poczynania krzywym okiem. Zajmowaliśmy się tym przez kilka miesięcy i już mieliśmy się poddać, gdy ktoś zasugerował, bym spotkał się z Shermanem Fairchildem”⁷⁴.

To była trafna propozycja. Fairchild, właściciel Fairchild Camera and Instrument, był wynalazcą, playboyem, przedsiębiorcą i największym indywidualnym udziałowcem w firmie IBM założonej przez jego ojca. Był także znakomitym majsterkowiczem, a na pierwszym roku studiów na Harvardzie stworzył pierwszy na świecie aparat fotograficzny zsynchronizowany z lampą błyskową. Później zajmował się fotografią lotniczą, fotoradarami, specjalistycznymi samolotami, metodami oświetlania kortów tenisowych, urządzeniami nagrywającymi dźwięk na taśmach, sprzętem wykorzystywanym do drukowania gazet, urządzeniami

do druku barwnego i zapalnikami sztormowymi. W ten sposób dodał kolejną fortunę do tej, którą już odziedziczył, a wydawanie tych pieniędzy sprawiało mu tyle samo radości, co ich zarabianie. Był częstym bywalcem klubów nocnych takich jak 21 Club czy El Morocco i (jak opisano to w magazynie „Fortune”) „co kilka dni jego strój uzupełniała – niczym nowa butonierka – kolejna śliczna dziewczyna”. Mężczyzna zaprojektował również dla siebie futurystyczny dom przy Upper East Side na Manhattanie – nieruchomość miała szklane ściany i liczne rampy wychodzące na znajdujący się w atrium ogród z kamieniami pokrytymi zieloną ceramiką²⁵.

Fairchild od razu zaproponował półtora miliona dolarów na założenie nowej firmy – mniej więcej dwukrotność tego, co było potrzebne według wstępnych szacunków ósemki założycieli – w zamian za możliwość całkowitego wykupienia firmy za trzy miliony dolarów, gdyby odniosła ona sukces.

Ochrzczeni mianem „zdradzieckiej ósemki” naukowcy kierowani przez Noyce’a postanowili, że ich firma będzie miała siedzibę na peryferiach Palo Alto, bardzo niedaleko dotychczasowego miejsca pracy. Przedsiębiorstwo Shockley Semiconductor nigdy nie zdołało sobie powetować tej straty. Sześć lat później Shockley poddał się i postanowił dołączyć do grona wykładowców Uniwersytetu Stanforda. Jego paranoja stawiała się coraz poważniejsza, a on sam zaczął się zmagać z obsesją dotyczącą tego, że osoby czarnoskóre ze względu na swoje geny mają IQ niższe niż inni ludzie, a zatem nie powinni mieć dzieci. Geniusz, który stworzył koncepcję tranzystora i sprowadził ludzi do Doliny Krzemowej stanowiącej swoistą ziemię obiecaną, stał się pariasem, który podczas każdego wykładu musiał się mierzyć z krzykaczami.

Zdradziecka ósemka, która stworzyła firmę Fairchild Semiconductor, okazała się z kolei grupą właściwych ludzi na właściwym miejscu we właściwym czasie. Za sprawą kieszonkowych radioodbiorników produkowanych przez należącą do Pata Haggerty’ego firmę Texas Instruments zapotrzebowanie na tranzystory stale się zwiększało, a już wkrótce miało odnotować jeszcze gwałtowniejszy wzrost. 4 października

1957 roku, zaledwie trzy dni po założeniu Fairchild Semiconductor, Rosjanie wystrzelili w kosmos satelitę Sputnik i rozpoczęli z Amerykanami wyścig o podbój kosmosu. Cywilny program kosmiczny oraz wojskowy program budowy pocisków balistycznych zwiększyły zapotrzebowanie zarówno na komputery, jak i tranzystory. Te projekty zagwarantowały także powiązanie ze sobą dwóch wspomnianych technologii. Ponieważ komputery musiały być na tyle małe, by dało się je zmieścić w sekcji dziobowej rakiety, koniecznością stało się znalezienie sposobu, by upchnąć w niewielkich urządzeniach setki (a potem tysiące) tranzystorów.

i Inżynierowie i teoretycy odkryli na przykład, że krzem (czyli pierwiastek, którego atom ma cztery elektrony na zewnętrznej powłoce) z domieszką fosforu lub arsenu (po pięć elektronów na zewnętrznej powłoce) posiada nadmiarowe elektrony, a zatem staje się nośnikiem o ujemnym ładunku. Taka substancja zyskała miano półprzewodnika typu n (*negative* – ujemny). Krzem z domieszką boru (trzy elektrony na zewnętrznej powłoce) posiada niedobór elektronów: można przyjąć, że w miejscach, w których powinny być normalnie elektrony, powstają „dziury”, co sprawia, że taki materiał ma dodatni ładunek i bywa określany mianem półprzewodnika typu p (*positive* – dodatni).

ii Jego syn, Fred Terman, został później słynnym dziekanem i rektorem Uniwersytetu Stanforda.

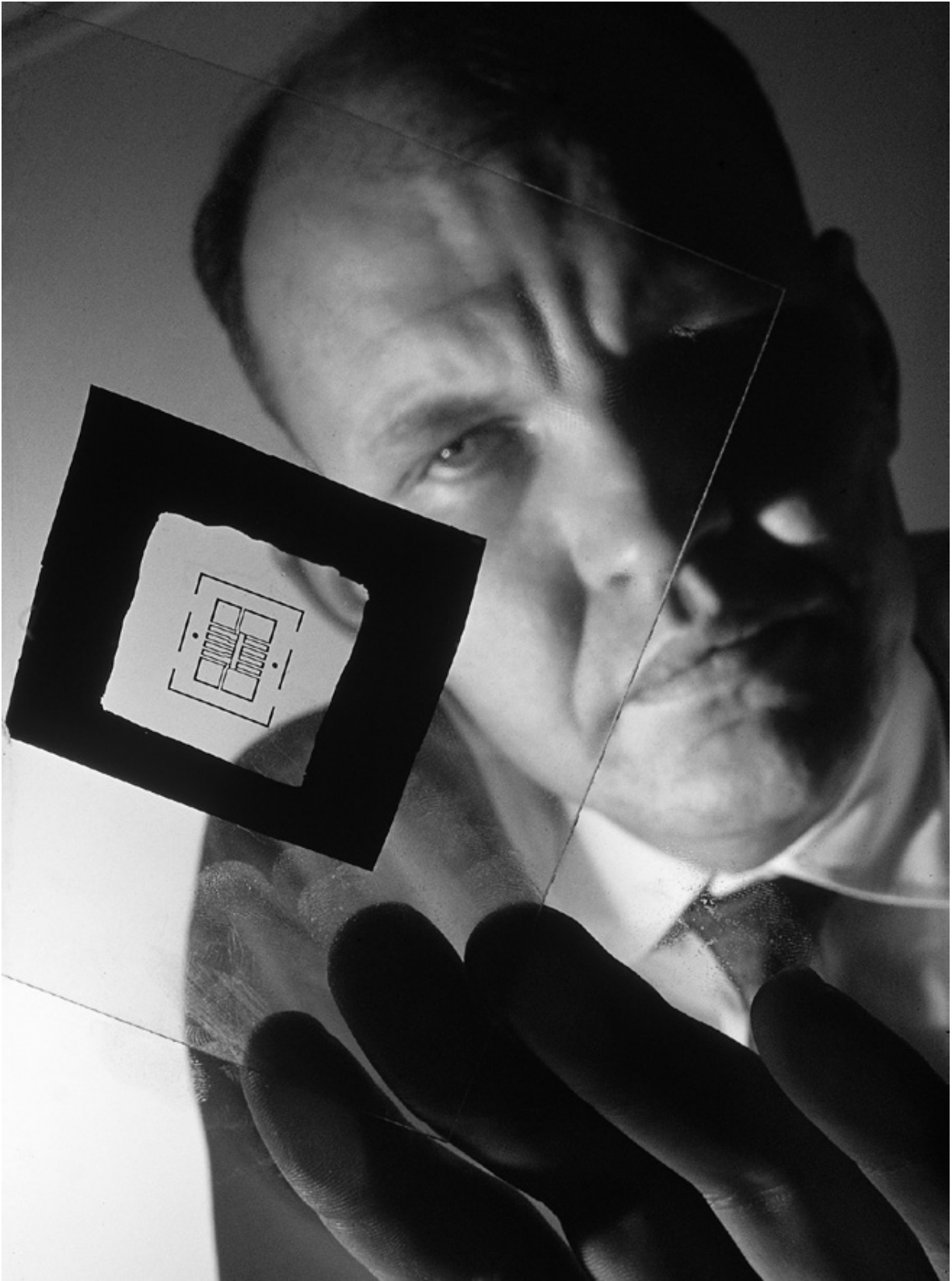
iii Krótki film ukazujący Shannona i jego maszyny do żonglowania można obejrzeć pod adresem: <https://www2.bc.edu/~lewbel/shortsha.mov>.

Rozdział 5

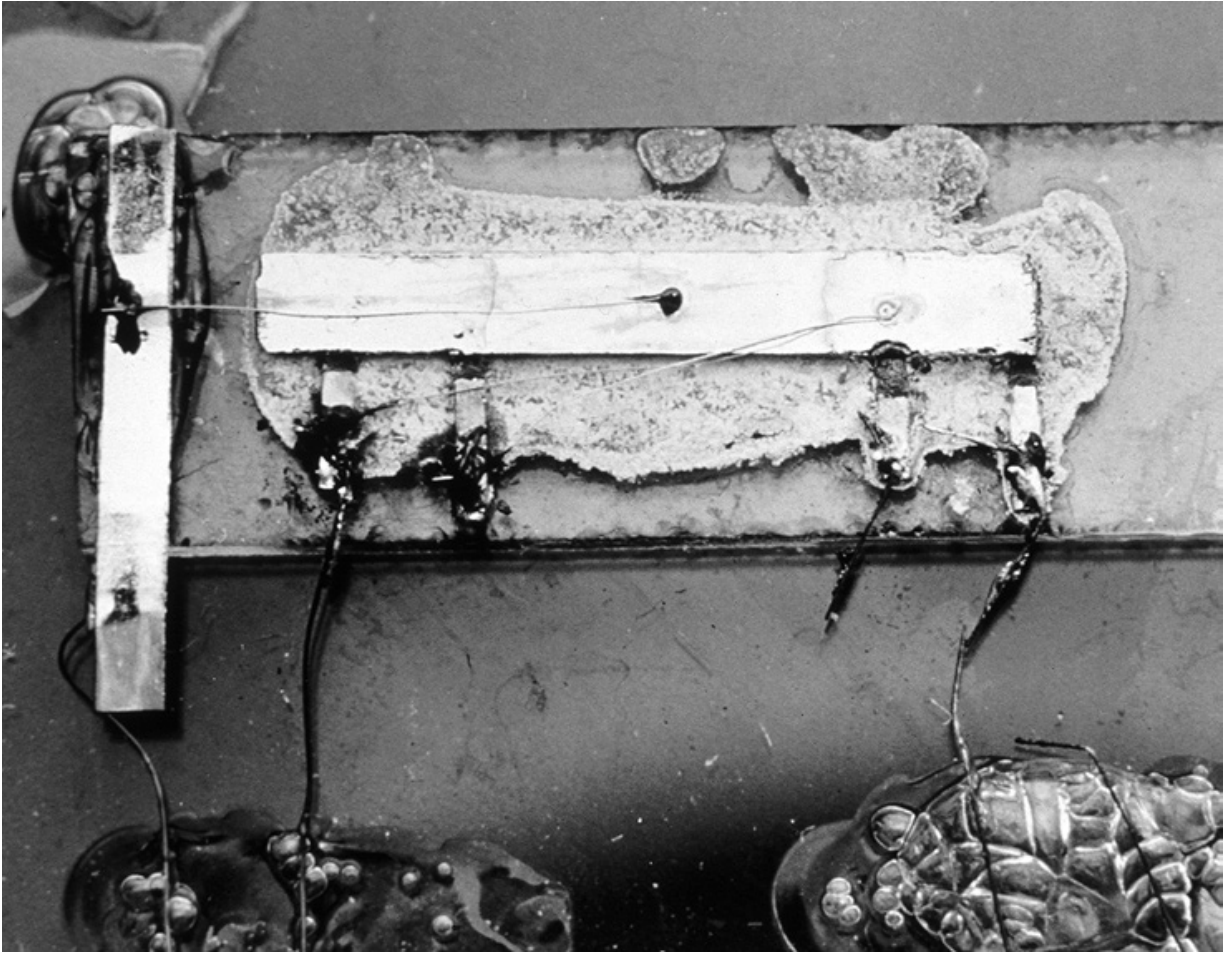
Układ scalony

W artykule napisanym z okazji dziesiątej rocznicy wynalezienia tranzystora i opublikowanym w 1957 roku, tuż po założeniu Fairchild Semiconductor i wystrzeleniu w kosmos Sputnika, jeden z pracowników szczebla kierowniczego w Bell Labs opisał problem nazwany przez siebie „tyranią liczb”. Wraz ze wzrostem liczby komponentów wykorzystywanych w obrębie danego układu jeszcze szybciej rosła liczba wymaganych połączeń. Jeżeli układ zawierał na przykład 10 tysięcy elementów, na płycie trzeba było często umieścić ponad 100 tysięcy połączeń wykonanych z przewodów. Biorąc pod uwagę to, że najczęściej lutowano je ręcznie, nie był to przepis na niezawodność.

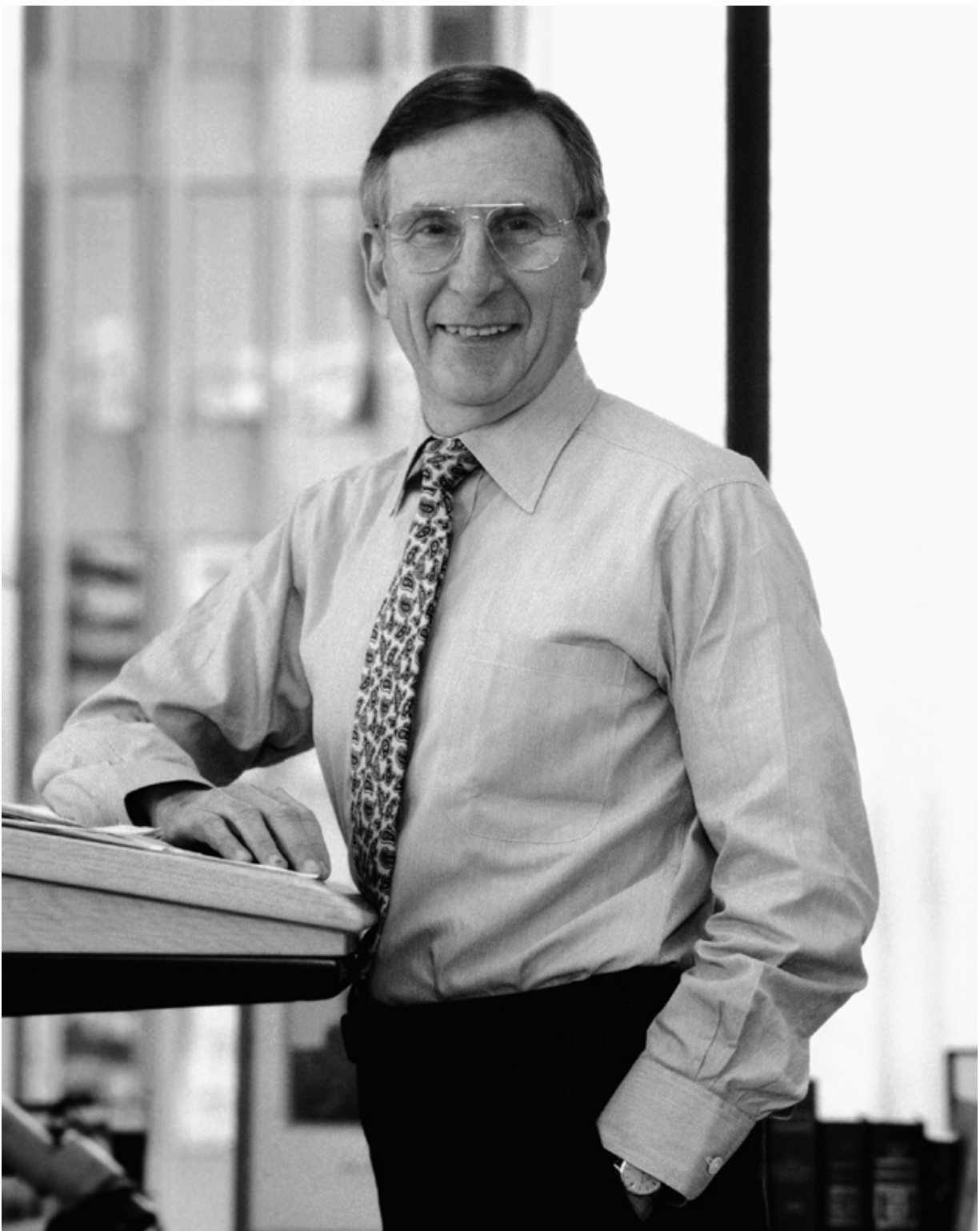
Okazało się jednak, że był to przepis na innowację. Potrzeba uporania się z tym narastającym problemem zbiegła się w czasie z setkami niewielkich udoskonaleń związanych z wytwarzaniem półprzewodników. Dzięki tym dwóm czynnikom pojawił się wynalazek, i to niezależnie w dwóch miejscach – w firmach Texas Instruments i Fairchild Semiconductor. Mowa o układzie scalonym, nazywanym też mikrochipem.



Jack Kilby (1923–2005) w Texas Instruments w 1965 roku



Mikrochip Kilby'ego



Arthur Rock (ur. 1926) w 1997 roku



Andy Grove (ur. 1936) z Noyce'em i Moore'em w Intelu w 1978 roku

Jack Kilby

Jack Kilby był jeszcze jednym z tych chłopców, którzy pochodzili z rolniczych obszarów Midwest, majsterkowali z ojcami w warsztatach

i budowali krótkofalówki¹. „Dorastałem wśród pracowitych potomków osadników, którzy zasiedlili Wielkie Równiny” – stwierdził, gdy otrzymał Nagrodę Nobla². Kilby wychował się w Great Bend w środkowym Teksasie, gdzie jego ojciec prowadził lokalny zakład użyteczności publicznej. Latem obydwaj jeździli należącym do rodziny Kilbych buickiem do odległych elektrowni, a gdy gdzieś pojawiały się usterki, metodycznie szukali źródeł problemów. Któregoś razu podczas wyjątkowo silnej burzy śnieżnej używali krótkofalówki, by zachować łączność z obszarami, na których klienci stracili możliwość korzystania z telefonów. To właśnie wtedy w umyśle młodego Kilby’ego narodziła się fascynacja znaczeniem techniki. „Gdy jako nastolatek znalazłem się w środku zamieci śnieżnej, po raz pierwszy mogłem się przekonać, jak radio – a co za tym idzie, elektronika – może naprawdę wpływać na ludzkie losy, ułatwiając dostęp do informacji, pozwalając zachować kontakt i zapewniając nadzieję” – powiedział T.R. Reidowi z „Washington Post”³. W konsekwencji zaczął się przygotowywać do egzaminu na licencję krótkofalowca, a potem ulepszał swoje radio, robiąc użytek z wyproszonych podzespołów.

Kilby nie dostał się do MIT, podjął więc studia na Uniwersytecie Illinois, choć po ataku na Pearl Harbor przerwał je, by wstąpić do marynarki wojennej. Przydzielony do jednostki naprawiającej urządzenia radiowe w Indiach organizował wyprawy do Kalkuty, gdzie na czarnym rynku kupował części wykorzystywane później do budowania w zaadaptowanym na laboratorium namiocie coraz lepszych nadajników i odbiorników. Miał łagodne usposobienie i szeroki uśmiech, był przy tym opanowany i małomówny. Jego cechą szczególną była niezwykła ciekawość dotycząca wynalazków. Zaczął pochłaniać informacje o każdym nowym patencie. „Czytasz wszystko – to część tej pracy – twierdził. – Gromadzisz wiedzę na temat wszystkich tych błahostek i masz nadzieję, że pewnego dnia choćby milionowa jej część okaże się przydatna”⁴.

Pierwszym zakładem pracy Kilby’ego była firma Centralab wytwarzająca w Milwaukee podzespoły elektroniczne. Eksperymentowano tam z metodami łączenia na jednej podstawie ceramicznej elementów

używanych w aparatach słuchowych – taka konstrukcja była prekursorem układu scalonego. W 1952 roku Centralab było jednym z tych przedsiębiorstw, które zapłaciły 25 tysięcy dolarów za licencję na wytwarzanie tranzystorów i skorzystały z gotowości Bell do dzielenia się wiedzą. Kilby wziął udział w dwutygodniowym seminarium zorganizowanym przez Bell Labs – wraz z dziesiątkami innych uczestników mieszkał w hotelu na Manhattanie i codziennie rano autobus zabierał go do Murray Hill. Warsztaty obejmowały wykłady o konstrukcji tranzystora, zdobywanie doświadczenia w laboratoriach oraz wizyty w zakładzie produkcyjnym. Każdy uczestnik seminarium otrzymał też trzy tomy dokumentacji technicznej. Niezwykła gotowość Bell Labs do taniego sprzedawania licencji na posiadane patenty i dzielenia się wiedzą pozwoliła stworzyć podwaliny cyfrowej rewolucji, choć firma nie zarobiła na tym tyle, ile by mogła.

Kilby uświadomił sobie, że chcąc działać w czołówce zajmującej się udoskonalaniem tranzystorów, musi podjąć pracę w większym przedsiębiorstwie. W grę wchodziło wiele różnych ofert, ale ostatecznie latem 1958 roku zdecydował się przejść do Texas Instruments, gdzie mógłby pracować z Patem Haggertym i zespołem fantastycznych naukowców doskonalących tranzystor pod kierunkiem Willisa Adcocka.

W Texas Instruments obowiązywała zasada, że wszyscy pracownicy robią sobie w lipcu dwutygodniowe wczasy. Gdy Kilby przyjechał do Dallas i okazało się, że nie wypracował jeszcze urlopu, przez pewien czas był jedną z nielicznych osób w laboratorium półprzewodników. Dzięki temu miał czas na rozmyślanie, co oprócz tranzystorów dałoby się jeszcze zrobić z krzemu.

Kilby wiedział, że jeśli uda się otrzymać odrobinę czystego krzemu pozbawionego domieszek, będzie on działał niczym prosty opornik. Uświadomił sobie, że złącze p-n w kawałku krzemu może się zachowywać jak kondensator, a więc może przechowywać niewielki ładunek elektryczny. Tak naprawdę z odpowiednio spreparowanego krzemu można było utworzyć dowolny element elektroniczny. Wychodząc od tego

pomysłu, Kilby stworzył koncepcję, która później zyskała miano „monolitycznej”: chodziło o to, że wszystkie wspomniane elementy dało się stworzyć w jednym, monolitycznym kawałku krzemu, eliminując tym samym potrzebę lutowania różnych komponentów do wspólnej płytki. W lipcu 1958 roku (a więc pół roku przed tym, jak Noyce wpadł na podobny pomysł) Kilby opisał to w swoim notatniku laboratoryjnym słowami, które przywołał później w przemowie wygłoszonej podczas ceremonii noblowskiej: „Pojedynczy kawałek [półprzewodnika] może zawierać następujące elementy elektroniczne: rezystory, kondensator, pojemność rozłożoną, tranzystor”. Później nakreślił kilka zgrubnych szkiców ukazujących metody wytwarzania tych elementów poprzez zestawianie obok siebie sekcji krzemu wzbogaconego o domieszki, które zapewniłyby odmienne właściwości jego różnym fragmentom.

Gdy przełożony Kilby’ego Willis Adcock wrócił z urlopu, nie był do końca przekonany, czy pomysł zaprezentowany przez nowego pracownika okaże się przydatny. W laboratorium pracowano nad innymi rzeczami, które sprawiały wrażenie bardziej naglących. Szef zaproponował jednak Kilby’emu układ: jeżeli zdoła stworzyć działający kondensator i opornik, otrzyma zgodę na podjęcie działań zmierzających do zbudowania całego układu na jednym kawałku krzemu.

Wszystko poszło zgodnie z planem i we wrześniu 1958 roku Kilby przygotował prezentację, która dramaturgią przypominała pokaz zorganizowany jedenaście lat wcześniej przez Bardeena i Brattaina dla szefostwa Bell Labs. Na kawałku krzemu o długości krótkiej wykałaczki Kilby umieścił elementy, które powinny w teorii stworzyć razem oscylator. Obserwowany przez grupę przedstawicieli kierownictwa firmy – między innymi prezesa – podenerwowany Kilby podłączył miniaturowy chip do oscyloskopu. Spojrzał na Adcocka, który wzruszył ramionami, jakby chciał powiedzieć „raz kozie śmierć”. Gdy Kilby nacisnął przycisk, linia na ekranie oscyloskopu zafalowała dokładnie tak, jak powinna. „Na twarzach wszystkich zgromadzonych pojawiły się szerokie uśmiechy – donosił Reid. – W świecie elektroniki rozpoczęła się nowa era”⁵.

Urządzenie stworzone przez Kilby'ego nie grzeszyło elegancją. Modele zbudowane przez wynalazcę jesienią 1958 roku posiadały mnóstwo złotych drucików łączących poszczególne podzespoły wchodzące w skład chipa. Połączenia te przypominały fragmenty kosztownej pajęczyny wystającej z kawałka krzemu, a całe rozwiązanie było nie tylko brzydkie, ale również niepraktyczne. Nie było mowy o produkcji takich układów w większych ilościach. Niezależnie od wszystkich tych zastrzeżeń, był to pierwszy układ scalony.

W marcu 1959 roku, kilka tygodni po zgłoszeniu wniosku o przyznanie patentu, firma Texas Instruments poinformowała opinię publiczną o swoim nowym wynalazku, który został nazwany „obwodem półprzewodnikowym”. Kilka prototypowych egzemplarzy zostało też z pompą zaprezentowanych w Nowym Jorku podczas dorocznej konferencji Institute of Radio Engineers (Instytutu Inżynierów Radiowych). Szef firmy deklarował, że wynalazek ten stanie się najważniejszą innowacją od czasu stworzenia tranzystora. Wydawało się, że to przesada, ale w istocie stwierdzenie to okazało się zbyt powściągliwe.

Informacje z Texas Instruments spadły na ludzi pracujących w Fairchild Semiconductor niczym grom z jasnego nieba. Noyce, który dwa miesiące wcześniej stworzył notatki dotyczące własnej wersji tego wynalazku, był rozczarowany tym, że ktoś go uprzedził; obawiał się również, iż Texas Instruments może zyskać przewagę na rynku.

Wersja Noyce'a

Często bywa tak, że do jednego wynalazku można dojść różnymi drogami. Noyce i jego koledzy z Fairchild Semiconductor dążyli do stworzenia układu scalonego, wychodząc od innego punktu niż Kilby. Wszystko zaczęło się wówczas, gdy naukowcy zderzyli się z trudnym do rozwiązania problemem: ich tranzystory nie działały zbyt dobrze. Zbyt wiele z nich ulegało uszkodzeniom. Wystarczała odrobina kurzu lub wystawienie na działanie pewnych gazów, by tranzystor przestał działać. Podobny efekt

miało także silniejsze stuknięcie lub wstrząs.

Jean Hoerni, pracujący w Fairchild Semiconductor fizyk zaliczany do zdradzieckiej ósemki, wpadł na pomysłowe rozwiązanie. Powierzchnia krzemowego tranzystora była pokrywana cienką warstwą tlenku krzemu, który przypominał do pewnego stopnia lukier na cieście i chronił znajdujący się pod nim materiał. „Naniesienie warstwy tlenku [...] na powierzchnię tranzystora ochroni złącza, które byłyby w przeciwnym razie narażone na kontakt z zanieczyszczeniami” – zapisał w swoim notatniku⁶.

Ta nowa metoda została nazwana „technologią planarną” ze względu na obecność płaskiej warstwy tlenku pokrywającej powierzchnię krzemu. W styczniu 1959 roku (po tym jak Kilby zaprezentował swoją koncepcję, ale jeszcze zanim została opatentowana bądź upubliczniona) Hoerni, biorąc poranny prysznic, doznał kolejnego objawienia: otóż w tej ochronnej warstwie tlenku można było wyciąć miniaturowe okienka, dzięki czemu dałoby się w kontrolowany sposób nanosić domieszki w celu uzyskania półprzewodnika o pożądanych właściwościach. Noyce był zachwycony tym pomysłem „zbudowania tranzystora w kokonie” i porównywał go do „zorganizowania sali operacyjnej w dżungli: umieszczasz pacjenta wewnątrz foliowej torby i wykonujesz zabieg w tym środowisku, dzięki czemu latające wokół muchy nie siadają na ranie”⁷.

Zadaniem prawników zajmujących się patentami jest ochrona dobrych pomysłów, ale zdarza się również, że katalizują ich powstawanie, do czego doszło wypadku technologii planarnej. Noyce wezwał Johna Rallsa, rzecznika patentowego firmy, by ten zajął się przygotowaniem wniosku. Ralls zaczął wówczas przepytować Hoerniego, Noyce’a i ich współpracowników: jak jeszcze można by było wykorzystać wynaleziony proces? Ralls starał się zgromadzić jak najszerszy zakres możliwych zastosowań, by zamieścić je we wniosku o przyznanie patentu. Jak wspominał później Noyce: „wyzwanie stawiane przed nami przez Rallsa sprowadzało się do dociekań: »Co jeszcze możemy zrobić z tymi pomysłami w kontekście ochrony patentowej?«”⁸.

Był to okres, w którym proces wymyślony przez Hoerniego miał służyć

wyłącznie tworzeniu niezawodnych tranzystorów. Naukowcy nie doszli jeszcze do tego, że technologia planarna i miniaturowe okienka w warstwie ochronnej to środki, które można wykorzystać, by wytrawić w jednym kawałku krzemu różne typy tranzystorów i inne elementy. Uporczywe drążenie tematu przez Rallsa zmusiło Noyce'a do myślenia – w styczniu zaczął omawiać różne pomysły z Moore'em, zapisując je na tablicy i utrwalając w swoim notatniku.

Pierwsze spostrzeżenie Noyce'a dotyczyło tego, że dzięki technologii planarnej można by wyeliminować cienkie przewody, które wystawały z każdej warstwy tranzystora. Zamiast tego na warstwie tlenku wystarczyłoby nadrukować cienkie linie z miedzi. To pozwoliłoby przyspieszyć produkcję tranzystorów i zwiększyłoby niezawodność tego procesu. Ta myśl doprowadziła do narodzin kolejnego spostrzeżenia: skoro miedziane ścieżki miały być używane do łączenia różnych obszarów w obrębie jednego tranzystora, to można je także wykorzystać do połączenia dwóch lub więcej tranzystorów znajdujących się na tym samym kawałku krzemu. Technologia planarna i związane z nią tworzenie okienek w warstwie tlenku umożliwiłyby nanoszenie domieszek w taki sposób, by na jednym kawałku krzemu znalazło się wiele tranzystorów, które zostałyby później połączone w układ za pomocą drukowanych ścieżek z miedzi. Noyce powędrował więc do gabinetu Moore'a i zrobił użytek ze stojącej tam tablicy, by zaprezentować swój pomysł.

Noyce był gadatliwy i rozpierała go energia, Moore z kolei stanowił przykład małomównego, ale spostrzegawczego słuchacza, świetnie się więc uzupełniali. Dokonanie kolejnego przełomu było łatwe: jeden chip mógłby też zawierać różne elementy, takie jak oporniki i kondensatory. Noyce gryzmolił po tablicy Moore'a, pokazując, w jaki sposób niewielki kawałek czystego krzemu mógłby się stać opornikiem, a kilka dni później stworzył plan umożliwiający zbudowanie krzemowego kondensatora. Cienkie metalowe ścieżki nadrukowane na powierzchni tlenku łączyłyby wszystkie te elementy w jeden układ. „Nie przypominam sobie momentu, w którym zapaliłaby się lampka, a wynalazek pojawił się w naszych umysłach –

przyznał później Noyce. – Wszystko wyglądało raczej tak, że każdego dnia stwierdzaliśmy: »Cóż, skoro można zrobić coś takiego, może dałoby się również wykonać następny krok, który otworzyłby przed nami kolejne możliwości«, i w ten sposób stworzyliśmy całą koncepcję”⁹. Po tym przypływie aktywności Noyce zapisał w styczniu 1959 roku w swoim notatniku następujące słowa: „Wytworzenie wielu elementów na pojedynczym kawałku krzemu byłoby pożądanym rozwiązaniem”¹⁰.

Noyce wpadł na pomysł stworzenia układu scalonego niezależnie od Kilby’ego (i kilka miesięcy po nim), a każdego z tych naukowców doprowadziła do tego wynalazku inna droga. Kilby próbował przezwyciężyć tyranię liczb poprzez stworzenie obwodów niewymagających lutowania ze sobą poszczególnych elementów. Motywacją Noyce’a były przede wszystkim próby znalezienia wszystkich interesujących sztuczek pozwalających wykorzystać technologię planarną Hoerniego. Istniała jeszcze jedna, bardziej praktyczna różnica między stworzonymi w ten sposób wynalazkami: z układu scalonego Noyce’a nie wystawały druciki, upodabniające urządzenie do pajęczego gniazda.

Ochrona odkryć

Jak pokazuje historia wynalazczości, patenty stanowią źródło nieuniknionych napięć – szczególnie w wypadku innowacji ery cyfrowej. Innowacje powstają z reguły za sprawą współpracy i wykorzystują cudze dokonania, a zatem trudno precyzyjnie określić, kto tak naprawdę jest autorem konkretnej koncepcji lub osobą, której przysługuje prawo własności intelektualnej. Od czasu do czasu wszystko to staje się całkowicie nieistotne, gdy grupa wynalazców okazuje otwartość i pozwala, by owoce jej kreatywności stały się dobrem publicznym. Częściej zdarza się jednak, że wynalazca chce, by jakiś przełom został uznany za jego zasługę. Czasami siłą sprawczą takich zachowań jest ego – dobrym przykładem mogą tu być starania Shockley’ego, by jego nazwisko pojawiło się w patentach związanych z tranzystorem. Innym razem chodzi o kwestie

finansowe, zwłaszcza wtedy, gdy w cały proces zaangażowane są instytucje, które (tak jak niegdyś Fairchild i Texas Instruments) muszą gwarantować inwestorom zyski, by dysponować kapitałem obrotowym umożliwiającym dokonywanie dalszych odkryć.

W styczniu 1959 roku prawnicy i przedstawiciele kierownictwa Texas Instruments zaczęli w pośpiechu przygotowywać wniosek o przyznanie patentu dotyczącego układu scalonego, który został wymyślony przez Kilby'ego – nie robili tego, ponieważ wiedzieli o zapiskach w notatniku Noyce'a, ale ze względu na plotki, iż na pomysł stworzenia podobnego urządzenia wpadł ktoś w RCA. Przedsiębiorstwo postanowiło więc przedstawić ogólnikowy i obszerny wniosek. Taka strategia pociągała za sobą pewne ryzyko, ponieważ tego rodzaju roszczenia można było łatwiej podważać, co zdarzyło się już w wypadku podobnego wniosku patentowego dotyczącego komputera skonstruowanego przez Mauchly'ego i Eckerta. Gdyby jednak udało się uzyskać taki patent, mógłby on stanowić skuteczną broń w ofensywie przeciwko każdemu próbującemu stworzyć choćby podobny produkt. Jak głosił wniosek przygotowany przez pracowników Texas Instruments, wynalazek Kilby'ego był „nowym i całkowicie odmiennym pomysłem na miniaturyzację”. Chociaż we wniosku opisano zaledwie dwa obmyślane przez Kilby'ego obwody, zaznaczano, że „nie ma ograniczeń dotyczących złożoności lub konfiguracji obwodów, które można wykonać tą metodą”.

W całym tym pośpiechu zabrakło jednak czasu, by zadbać o fotografie ukazujące różne sposoby łączenia poszczególnych elementów prezentowanego mikroukładu. Jedynym dostępnym przykładem był demonstracyjny model Kilby'ego otoczony pajęczyną złotych drucików. Zespół pracowników Texas Instruments zdecydował się zilustrować wniosek zdjęciem tego „kłębowiska drutów”, jak później szyderczo określano wspomniany prototyp. Kilby doszedł już do tego, że dałoby się stworzyć prostszą wersję wynalazku, wykorzystując w tym celu drukowane metalowe ścieżki, więc w ostatniej chwili poprosił prawników o dodanie stosownego zdania, dzięki któremu wniosek o przyznanie patentu

obejmowałyby również i tę koncepcję. „Złote druty używane do tworzenia połączeń elektrycznych mogą zostać zastąpione innymi rozwiązaniami – zapisano w przygotowanej dokumentacji. – Można na przykład [...] stworzyć na powierzchni płytki półprzewodnikowej warstwę tlenku krzemu. [...] Na warstwę izolacyjną można by było później położyć materiał taki jak złoto, by stworzyć niezbędne połączenia elektryczne”. Wniosek został złożony w lutym 1959 roku¹¹.

Gdy firma Texas Instruments przedstawiła miesiąc później swój wynalazek, Noyce zaczął w pośpiechu pracować ze swoim zespołem nad konkurencyjnym wnioskiem o przyznanie patentu. Ponieważ chodziło o zabezpieczenie przed poważnymi roszczeniami Texas Instruments, prawnicy Fairchilda skupili się właśnie na wyjątkowych cechach rozwiązania stworzonego przez Noyce’a. Podkreślano, że technologia planarna, którą Fairchild już wcześniej postanowił opatentować, umożliwiała wykorzystanie metody drukowania obwodów w celu „tworzenia połączeń elektrycznych między różnymi obszarami półprzewodnika” i „zmniejszania rozmiarów oraz zwiększania łatwości produkcji jednolitych konstrukcji obwodowych”. We wniosku Fairchild Semiconductor można było przeczytać, że w przeciwieństwie do obwodów, w których „stworzenie połączenia elektrycznego wiązało się z koniecznością zamontowania przewodów”, metoda Noyce’a oznaczała, iż „ścieżki mogą być nanoszone w tym samym czasie i w taki sam sposób jak same punkty kontaktu”. Nawet gdyby Texas Instruments otrzymał patent dotyczący umieszczania wielu elementów na jednym chipie, Fairchild miał nadzieję na uzyskanie patentu związanego z wytwarzaniem połączeń za pomocą drukowanych ścieżek z metalu, a nie przewodów. Ponieważ był to warunek niezbędny do masowej produkcji układów scalonych, ludzie z Fairchild wiedzieli, że złożony przez nich wniosek zapewni im swego rodzaju równość w kwestii ochrony patentowej i zmusi Texas Instruments do zawarcia dwustronnego porozumienia licencyjnego. Wniosek Fairchild Semiconductor został złożony w lipcu 1959 roku¹².

Podobnie jak miało to miejsce w wypadku sporu patentowego

dotyczącego komputera, system prawny potrzebował wielu lat, by orzec, kto powinien otrzymać patenty dotyczące układu scalonego. Co więcej, nigdy nie udało się udzielić jednoznacznej odpowiedzi na to pytanie. Konkurencyjne zgłoszenia z Texas Instruments i Fairchild Semiconductor były rozpatrywane przez dwie osoby, z których obie zachowywały się tak, jakby nie wiedziały o istnieniu dwóch wniosków. Chociaż zgłoszenie Noyce'a wpłynęło jako drugie, zostało rozpatrzone w pierwszej kolejności. W kwietniu 1961 roku Noyce otrzymał patent i został uznany za wynalazcę układu scalonego.

Prawnicy Texas Instruments złożyli odwołanie, podnosząc kwestię kolejności powstawania wynalazków – utrzymywali, że to Kilby pierwszy wpadł na pomysł stworzenia układu scalonego. To doprowadziło do sporu prawnego Kilby versus Noyce toczącego się przed Board of Patent Appeals and Interferences (Komisją Apelacyjną Patentów i Naruszeń). Częścią postępowania była analiza notatników wynalazców oraz innych dowodów – chodziło o ustalenie, kto jako pierwszy wpadł na ogólny pomysł zbudowania układu scalonego. Istniała generalna zgoda dotycząca tego, że spostrzeżenia Kilby'ego pojawiły się kilka miesięcy wcześniej (do tego poglądu przychylił się również sam Noyce). Toczyła się jednak również dyskusja, czy wniosek Kilby'ego faktycznie obejmuje kluczowy proces technologiczny, polegający na wytwarzaniu mikrochipów metodą drukowania na powierzchni tlenku metalowych ścieżek zastępujących liczne przewody. W tej kwestii pojawiało się wiele sprzecznych opinii dotyczących zdania dodanego przez Kilby'ego na końcu wniosku o przyznanie patentu – chodziło o stwierdzenie, że na warstwę tlenku „można by było później położyć materiał taki jak złoto”. Czy słowa te należało uznać za odkrycie konkretnego procesu, czy były to wyłącznie luźne spekulacje?¹³

Spór się przeciągał, a urząd patentowy jeszcze bardziej skomplikował sytuację, wydając w czerwcu 1964 roku decyzję o pozytywnym rozpatrzeniu pierwotnego wniosku Kilby'ego. W takiej sytuacji walka o ustalenie kolejności powstania wynalazków stała się jeszcze ważniejsza.

Werdykt zapadł ostatecznie dopiero w lutym 1967 roku i był korzystny dla Kilby'ego. Od momentu złożenia wniosku o przyznanie patentu upłynęło osiem lat, po których wynalazcami układu scalonego ogłoszono Kilby'ego i pracowników Texas Instruments. To orzeczenie nie zakończyło jednak całej historii. Prawnicy Fairchild złożyli odwołanie, a Court of Customs and Patent Appeals (Sąd Apelacyjny dla Cel i Patentów) po rozpatrzeniu wszystkich racji i zeznań przedstawił w listopadzie 1969 roku odmienny wyrok. W uzasadnieniu można było przeczytać, że „Kilby nie dowiódł, że termin »położyć« miał [...] lub zyskał w elektronice bądź branży zajmującej się półprzewodnikami znaczenie, które bezwzględnie wiązałoby się z przyleganiem”¹⁴. Prawnicy Kilby'ego próbowali się odwołać do Sądu Najwyższego, ale ten odmówił zajęcia się sprawą.

Okazało się, że zwycięstwo Noyce'a – które przyszło po dziesięciu latach zmagania i pochłonęło ponad milion dolarów wydanych na opłaty prawne – nie miało większego znaczenia. Podtytuł krótkiego artykułu zamieszczonego w czasopiśmie „Electronic News” brzmiał: „Zmiana decyzji dotyczącej patentu nie będzie miała znaczących następstw”. W tym okresie postępowania prawne stały się zasadniczo nieistotne. Rynek układów scalonych eksplodował tak gwałtownie, że biznesmeni z Fairchild i Texas Instruments uświadomili sobie, iż zostawianie wszystkiego w rękach systemu prawnego wiąże się ze zbyt dużym ryzykiem. Latem 1966 roku, trzy lata przed wydaniem ostatecznego werdyktu, Noyce i prawnicy z Fairchild Semiconductor spotkali się z prezesem i z doradcą Texas Instruments, a następnie wynegocjowali traktat pokojowy. Obie firmy zgadzały się z twierdzeniem, że druga strona dysponuje częścią praw własności intelektualnej związanych z układem scalonym. Umowa zakładała również udzielenie wzajemnych licencji dotyczących posiadanych praw. Inne firmy musiały z kolei zawierać porozumienie z obydwoma stronami dotychczasowego konfliktu, z reguły płacąc tantiemy w wysokości około czterech procent zysków¹⁵.

Kto zatem wynalazł układ scalony? Podobnie jak w wypadku pytania o to, kto stworzył komputer, odpowiedzi nie da się udzielić, odwołując się

po prostu do litery prawa. Niemal równoczesne postępy Kilby'ego i Noyce'a świadczyły o tym, że atmosfera tamtych czasów sprzyjała narodzinom takiego wynalazku. W istocie wiele osób (zarówno w Stanach Zjednoczonych, jak i w innych krajach) proponowało już wcześniej stworzenie układu scalonego – do tego grona należeli między innymi Werner Jacobi pracujący w Niemczech w Siemensie i Geoffrey Dummer z brytyjskiej organizacji Royal Radar Establishment (Królewskiego Ośrodka Badań Radarowych). Noyce i Kilby przy wsparciu zespołów pracujących w ich firmach dokonali jednak czegoś więcej: doszli do praktycznych rozwiązań pozwalających stworzyć takie urządzenie. Choć Kilby wyprzedził rywala o kilka miesięcy, jeśli chodzi o wymyślenie metody pozwalającej stworzyć chip zawierający różne komponenty, Noyce posunął się o krok dalej – wynalazł właściwy sposób łączenia owych elementów. Jego pomysł można było wdrożyć do masowej produkcji i to właśnie ta idea stała się podstawą konstruowania układów scalonych.

To, jak Kilby i Noyce poradzili sobie z wątpliwościami odnośnie do autorstwa wynalazku, może być dla nas inspirującą lekcją. Obydwaj naukowcy byli przyzwoitymi ludźmi: pochodzili z Midwest, wychowali się w niewielkich społecznościach połączonych silnymi więziami, a do tego twardo stąpali po ziemi. W przeciwieństwie do Shockley'ego nie zmagali się z toksyczną mieszanką rozbuchanego ego i braku pewności siebie. Gdy do głosu dochodziła kwestia zasług związanych z tworzeniem tego wynalazku, każdy z nich chwalił dokonania rywala. Wkrótce normą stało się stawianie znaku równości między wkładami Kilby'ego i Noyce'a i uznawanie obydwu za współwynalazców układu scalonego. Według jednego z przekazów ustnych Kilby miał sobie kiedyś pozwolić na żartobliwe zrządzenie: „Nie odpowiada to zbytnio mojemu rozumieniu pojęcia »współwynalazek«, ale taka właśnie opinia przyjęła się powszechnie”¹⁶. Z drugiej strony z czasem zaakceptował tę ideę i zawsze przychylnie się o niej wypowiadał. Gdy Craig Matsumoto z „Electronic Engineering Times” zapytał go wiele lat później o dawne kontrowersje, okazało się, że „Kilby obsypał Noyce'a pochwałami i stwierdził, że

półprzewodnikowa rewolucja wzięła swój początek z pracy tysięcy ludzi, a nie z jednego patentu”¹⁷.

Gdy Kilby dowiedział się w 2000 roku – a więc dziesięć lat po śmierci Noyce’aⁱ – o przyznaniu mu Nagrody Nobla, jedną z pierwszych rzeczy, jakie zrobił, było wygłoszenie ciepłych słów pod adresem dawnego konkurenta. „Żałuję, że już nie żyje – powiedział reporterom. – Gdyby był wśród nas, sądzę, że obydwaj otrzymalibyśmy tę nagrodę”. Gdy szwedzki fizyk przedstawił Kilby’ego podczas ceremonii wręczenia nagród, mówiąc, że to właśnie wynalazek Amerykanina zapoczątkował globalną rewolucję cyfrową, laureat okazał niezwykłą skromność. „Kiedy słyszę takie słowa – odparł – przypomina mi się to, co powiedział bóbr do zająca, podziwiając wraz z nim zapórę Hoovera: »Nie, to nie ja jestem twórcą tej konstrukcji, ale bazuje ona na moim pomysłe«”¹⁸.

Układy scalone podbijają świat

Pierwszym ważnym odbiorcą układów scalonych było wojsko. W 1962 roku Dowództwo Lotnictwa Strategicznego postanowiło rozpocząć produkcję nowych pocisków międzykontynentalnych Minuteman II. Sam system sterowania zainstalowany w każdej z tych rakiet składał się z dwóch tysięcy mikrochipów, a głównym dostawcą tych komponentów została firma Texas Instruments. W 1965 roku co tydzień powstawało siedem nowych pocisków tego typu; układy scalone zaczęła też kupować Marynarka Wojenna, która potrzebowała ich do swoich rakiet Polaris wystrzeliwanych z łodzi podwodnych. Uzgodnione sprytne posunięcie – coś, co rzadko zdarza się urzędnikom zajmującym się zamówieniami wojskowymi – sprawiło, że konstrukcje układów scalonych zostały ustandaryzowane. Do grona dostawców tych podzespołów dołączyły Westinghouse i RCA, a ceny mikrochipów gwałtownie spadły, osiągając poziom, przy którym opłacało się wykorzystywać je nie tylko w konstrukcjach wojskowych, ale także w produktach kierowanych na rynek cywilny.

Choć Fairchild również sprzedawał układy scalone firmom z branży zbrojeniowej, podchodził do współpracy z armią z większą rezerwą niż konkurencja. W wypadku typowej transakcji z wojskiem dostawca ściśle współpracował z mundurowymi, którzy nie tylko nadzorowali dostawy, ale dyktowali szczegóły dotyczące projektu, tym samym decydując częściowo o jego kształcie. Noyce był przekonany, że taka kooperacja ma negatywny wpływ na innowacyjność: „Kierunek badań był w takiej sytuacji narzucany przez ludzi, którzy mieli mniejsze niż eksperci kompetencje w określaniu tego, dokąd powinny zmierzać prace”¹⁹. Naukowiec upierał się przy tym, by firma Fairchild opłacała rozwój swoich chipów z własnych funduszy, dzięki czemu mogłaby zachować nad nim kontrolę. Noyce zakładał, że jeśli produkty będą dobre, wojskowi i tak się po nie zgłoszą. Przypuszczenia te okazały się zresztą słuszne.

Kolejnym silnym bodźcem katalizującym produkcję układów scalonych był amerykański program kosmiczny. W maju 1961 roku prezydent John F. Kennedy wypowiedział następujące słowa: „Uważam, że nasz naród powinien dołożyć wszelkich starań, by przed końcem tej dekady wysłać człowieka na Księżyc i bezpiecznie sprowadzić go z powrotem na Ziemię”. Będący następstwem tych słów program Apollo wymagał zbudowania komputera naprowadzającego, który zmieściłby się w sekcji dziobowej rakiety. Całość została zatem zaprojektowana od zera i wykorzystywała najpotężniejsze układy scalone, jakie dało się wtedy skonstruować. Ostatecznie stworzono siedemdziesiąt pięć identycznych komputerów naprowadzających Apollo – w każdym znajdowało się pięć tysięcy mikrochipów, a kontrakt na ich budowę otrzymał Fairchild. Cały program zdołał osiągnąć cel postawiony przez Kennedy’ego zaledwie kilka miesięcy przed upływem terminu: w lipcu 1969 roku Neil Armstrong stanął na Księżycu. Nim do tego doszło, w ramach rozwijania programu Apollo zakupiono ponad milion układów scalonych.

Ogromne i dające się przewidzieć zamówienia rządowe sprawiły, że cena jednostkowa układów scalonych gwałtownie spadła. Pierwszy prototyp układu scalonego komputera pokładowego Apollo kosztował tysiąc

dolarów. Zanim urządzenia te wdrożono do produkcji, cena każdego egzemplarza spadła do dwudziestu dolarów. Przeciętna cena każdego mikrochipa używanego w pociskach Minuteman wynosiła w 1962 roku pięćdziesiąt dolarów, a w 1968 roku – dwa dolary. Tak właśnie narodził się rynek urządzeń, które zawierały chipy i były przeznaczone dla zwykłych konsumentów²⁰.

Pierwszymi produktami konsumenckimi wykorzystującymi układy scalone były aparaty słuchowe: z jednej strony musiały mieć bardzo małe gabaryty, a z drugiej – znalazłyby nabywców nawet mimo wysokiej ceny. Zapotrzebowanie na takie urządzenia było jednak ograniczone. Pat Haggerty, prezes Texas Instruments, powtórzył więc zagrywkę, która sprawdziła się już w przeszłości. Jednym z aspektów innowacyjności jest wynajdywanie nowych urządzeń; kolejnym krokiem jest wyszukiwanie zastosowań umożliwiających powszechne wykorzystywanie owych wynalazków. Haggerty i jego firma świetnie radzili sobie z obydwoma tymi kwestiami. Jedenaście lat po stworzeniu gigantycznego rynku dla niedrogich tranzystorów poprzez promocję przenośnych radioodbiorników szef Texas Instruments postanowił zrobić to samo z układami scalonymi. Wpadł na pomysł produkowania kalkulatorów kieszonkowych.

Podczas wspólnej podróży lotniczej z Jackiem Kilbym Haggerty zaprezentował mu swój pomysł i postawił przed nim zadanie zbudowania przenośnego kalkulatora, który mógłby spełniać tę samą funkcję co kosztujące tysiąc dolarów urządzenia na biurkach urzędników. Nowy produkt miał zużywać na tyle niedużo prądu, by mogły zasilać go baterie; miał być również tak mały, by dało się go zmieścić w kieszeni koszuli, a do tego na tyle tani, by można go było kupić pod wpływem impulsu. W 1967 roku Kilby i jego zespół stworzyli urządzenie, które niemal urzeczywistniało wizję Haggerty'ego. Kalkulator radził sobie tylko z czterema działaniami (dodawaniem, odejmowaniem, mnożeniem i dzieleniem), był dosyć ciężki (ważył niecały kilogram) i nieszczególnie tani (kosztował sto pięćdziesiąt dolarów)²¹, ale mimo tych niedoskonałości odniósł ogromny sukces. Dla urządzenia udało się stworzyć nowy rynek,

choć niewiele wcześniej ludzie nie zdawali sobie w ogóle sprawy z tego, że taki produkt jest im potrzebny. Kalkulatory podlegały nieuchronnemu rozwojowi – stawały się coraz mniejsze, tańsze i miały coraz większą moc obliczeniową. W 1972 roku cena kalkulatora kieszonkowego spadła do stu dolarów, a nabywców znalazło pięć milionów takich urządzeń. Trzy lata później za kalkulator żądano już tylko dwudziestu pięciu dolarów, a liczba sprzedanych egzemplarzy ulegała co roku podwojeniu. W 2014 roku kalkulator kieszonkowy wyprodukowany przez Texas Instruments kosztował w Walmarcie trzy dolary sześćdziesiąt dwa centy.

Prawo Moore’a

Opisana powyżej prawidłowość stała się regułą w świecie urządzeń elektronicznych. Z roku na rok stawały się mniejsze, tańsze, szybsze i dysponowały większymi możliwościami. Ta zasada była szczególnie aktualna (i ważna) ze względu na równoległy rozwój dwóch połączonych ze sobą branż zajmujących się wytwarzaniem komputerów i układów scalonych. „Synergia między nowym komponentem i nowym zastosowaniem zapewniała im obu gwałtowny rozwój” – napisał później Noyce²². Takie samo zjawisko można było zaobserwować pół wieku wcześniej, gdy doszło do równoległego rozwoju przemysłu naftowego i motoryzacyjnego. Z punktu widzenia innowacji była to kluczowa kwestia: wiedza o tym, które branże mogą stworzyć symbiozę, pozwalała dobrze zarobić na ich wzajemnie napędzającym się rozwoju.

Gdyby ktoś zdołał przedstawić zwięzłą i precyzyjną zasadę pozwalającą przewidywać trendy, użytek z tej lekcji mogliby zrobić zarówno przedsiębiorcy, jak i inwestorzy. Na całe szczęście we właściwym momencie głos w tej sprawie zabrał Gordon Moore. Gdy sprzedaż układów scalonych zaczęła gwałtownie rosnać, poproszono go o przedstawienie prognoz dotyczących rozwoju tego rynku. Jego artykuł *Cramming More Components onto Integrated Circuits* („Jak zmieścić więcej elementów w układzie scalonym”) został opublikowany w 1965 roku w kwietniowym

wydaniu magazynu „Electronics”.

Moore zaczął od przedstawienia wizji cyfrowej przyszłości. „Układy scalone pozwolą stworzyć takie cuda jak komputery domowe (lub przynajmniej terminale podłączone do centralnego komputera), automatyczne układy sterujące samochodami oraz osobiste przenośne urządzenia komunikacyjne” – napisał. Później zaprezentował jeszcze bardziej prorocze stwierdzenie, które miało mu zapewnić sławę: „Złożoność układu scalonego gwarantująca minimalny koszt wytworzenia jego poszczególnych elementów ulegała dotychczas co roku podwojeniu. [...] Nie ma powodu, by sądzić, że zależność ta ulegnie zmianie przynajmniej w ciągu najbliższych dziesięciu lat”²³.

Przedstawiając to innymi słowy, można napisać, że liczba tranzystorów, którymi można było wypełnić układ scalony, zachowując przy tym maksymalną opłacalność produkcji, podwajała się każdego roku; ta reguła miała też zdaniem twórcy obowiązywać przez co najmniej następną dekadę. Jeden z jego przyjaciół, profesor Kalifornijskiego Instytutu Technologicznego, nazwał publicznie tę zasadę „prawem Moore’a”. Minęło dziesięć lat i okazało się, że Moore miał rację. Naukowiec zmodyfikował wówczas swoje prawo, ograniczając o połowę prognozowane tempo wzrostu: stwierdził, że liczba tranzystorów znajdujących się w jednym chipie „będzie się dublować co dwa lata, a nie co roku”. Jego kolega, David House, przedstawił jeszcze inną modyfikację prawa Moore’a – bywa ona wykorzystywana do dziś i zakłada, że „wydajność” układów scalonych (będąca następstwem rosnącej mocy oraz większej liczby tranzystorów umieszczanych wewnątrz chipa) będzie się podwajała co osiemnaście miesięcy. Różne wersje prawa Moore’a sprawdzały się przez przynajmniej kolejne pół wieku, pomogły również pokierować jedną z największych erupcji innowacyjności i przedsiębiorczości w historii gatunku ludzkiego.

Prawo Moore’a okazało się czymś więcej niż tylko przewidywaniem. Zamieniło się również w stojący przed branżą cel, dzięki czemu nabrało charakteru samospełniającego się proroctwa. Pierwszym przykładem mogą

być tutaj wydarzenia z 1964 roku, a więc okresu, w którym Moore dostrzegł tę prawidłowość. Noyce zdecydował, że Fairchild będzie sprzedawał najprostsze układy scalone poniżej kosztów produkcji. Moore nazwał tę strategię „cichym wkładem Boba w rozwój branży zajmującej się półprzewodnikami”. Noyce zdawał sobie sprawę z tego, że niska cena sprawi, iż twórcy urządzeń zaczną stosować układy scalone w swoich nowych produktach. Wiedział również, że takie zachęty ekonomiczne pobudzą popyt, pomogą zwiększyć produkcję i pozwolą zrobić użytek z korzyści skali, dzięki czemu prawo Moore’a zamieni się w rzeczywistość²⁴.

Koncern Fairchild Camera and Instrument postanowił w 1959 roku wykorzystać przysługujące mu prawo do wykupienia Fairchild Semiconductor, co nie było dla nikogo zaskoczeniem. W takiej sytuacji ósemka założycieli firmy zdołała się wzbogacić, ale w grupie zostało też zasiane ziarno niezgody. Pochodzące ze Wschodniego Wybrzeża kierownictwo firmy nie pozwoliło Noyce’owi przyznać opcji na akcje nowym i cenionym inżynierom, a zyski generowane przez oddział zajmujący się półprzewodnikami były wykorzystywane jako źródło finansowania mniej udanych inwestycji związanych z bardziej przyziemnymi produktami, takimi jak kamery filmowe przeznaczone do użytku domowego czy automaty sprzedające znaczki pocztowe.

W Palo Alto pojawiły się również problemy wewnętrzne. Inżynierowie zaczęli odchodzić z przedsiębiorstwa, doprowadzając do powstania w Dolinie Krzemowej grupy firm, które wykiełkowały z zarodków rozsiewanych przez Fairchild i były określane mianem „Fairchildren”ⁱⁱ. Najistotniejszy z takich przypadków miał miejsce w 1961 roku, gdy Jean Hoerni i trzech innych przedstawicieli zdradzieckiej ósemki uciekającej niegdyś od Shockley’ego opuściło Fairchild, by przyłączyć się do założonego przez Arthura Rocka start-upu, który miał się przerodzić w Teledyne. W ich ślady poszli inni, a w 1968 roku Noyce stwierdził, że sam jest gotów odejść z firmy. Został pominięty przy okazji poszukiwań

kandydata na jedno z ważnych stanowisk w korporacji, co wywołało jego irytację, choć równocześnie uświadomiło mu, że tak naprawdę wcale nie chciał objąć tej posady. Zarówno centrala przedsiębiorstwa, jak i jego oddział zajmujący się w Palo Alto półprzewodnikami, stały się zbyt duże i nadmiernie zbiurokratyzowane. Noyce marzył o tym, by zrzec się obowiązków menedżerskich i zacząć pracować bliżej laboratoriów.

– Co byś powiedział na stworzenie nowej firmy? – spytał pewnego dnia Moore’a.

– Ta, w której pracuję, całkiem mi odpowiada – odparł Moore²⁵. Obydwaj przyczynili się do stworzenia w kalifornijskim światku technologicznym zwyczaju porzucania przez pracowników szanowanych przedsiębiorstw w celu zakładania własnych biznesów. Teraz obaj mieli jednak mniej więcej czterdzieści lat, a Moore nie czuł już presji, by skakać z dachu z lotnią. Noyce nie ustawał jednak w wysiłkach. Gdy zbliżało się lato 1968 roku, powiedział po prostu Moore’owi, że odchodzi. „[Noyce] potrafił sprawić, że człowiek chciał skoczyć razem z nim – wspominał ze śmiechem Moore wiele lat później. – Ostatecznie powiedziałem: »W porządku, ruszajmy«”²⁶.

„Gdy [firma] coraz bardziej się rozrastała, zajmowanie się codziennymi obowiązkami sprawiało mi coraz mniej satysfakcji – napisał Noyce w wypowiedzeniu wysłanym Shermanowi Fairchildowi. – Być może po części wynika to z faktu, że wychowałem się w małym miasteczku i odpowiadają mi relacje między mieszkańcami takich miejsc. Obecnie liczba pracowników firmy jest dwukrotnie większa niż populacja największego z miast, w których mieszkałem jako dziecko”. Noyce dodał jeszcze, że jego marzeniem jest „znów znaleźć się blisko zaawansowanej technologii”²⁷.

Gdy Noyce zadzwonił do Arthura Rocka, który doprowadził wcześniej do zawarcia porozumienia finansowego umożliwiającego powołanie do życia Fairchild Semiconductor, finansista od razu spytał: „Dlaczego zabrało ci to tak dużo czasu?”²⁸.

Arthur Rock i venture capital

W ciągu jedenastu lat, które upłynęły od zawarcia porozumienia umożliwiającego zdradzieckiej ósemce założenie Fairchild Semiconductor, Arthur Rock pomógł zbudować coś, co z punktu widzenia ery cyfrowej miało się stać niemal tak samo ważne jak układ scalony: chodziło o model finansowania venture capital.

Przez większą część XX wieku udzielanie nowym firmom wsparcia za sprawą inwestycji venture capital oraz private equity było domeną kilku bogatych rodzin – Vanderbiltów, Rockefellerów, Whitneyów, Phippsów i Warburgów. Po drugiej wojnie światowej wiele spośród tych klanów zaczęło zakładać instytucje, które miały wspierać rozwój biznesu. John Hay „Jock” Whitney, który był spadkobiercą wielu rodzinnych fortun, wynajął Benna Schmidta seniora, by ten założył J.H. Whitney & Co. – określany mianem „funduszu adventure capital” podmiot specjalizujący się w udzielaniu wsparcia finansowego przedsiębiorcom, którzy dysponowali interesującymi pomysłami, ale nie otrzymali pożyczek od banków. Dzieci Johna D. Rockefellera juniora – szóstka synów i jedna córka – założyły pod wodzą Laurance’a podobną firmę, z której z czasem wyrosło przedsiębiorstwo Venrock Associates. W tym samym czasie, czyli w 1946 roku, narodziła się również najbardziej wpływowa firma działająca w tej branży i bazująca nie tyle na rodzinnej fortunie, ile na żyłce do biznesu – mowa tutaj o American Research and Development Corporation (ARDC). Została powołana do życia przez Georgesa Doriota – byłego dziekana Harvard Business School, oraz Karla Comptona, który wcześniej kierował MIT. ARDC świetnie zarobiła, inwestując w 1957 roku w świeżo założone przedsiębiorstwo Digital Equipment Corporation, które po jedenastu latach działalności i wejściu na giełdę zwiększyło swoją wartość pięćsetkrotnie²⁹.

Arthur Rock przeniósł tę koncepcję na zachód, rozpoczynając w świecie venture capital epokę krzemu. Gdy zawierano porozumienie między grupą Noyce’a a Fairchild Camera, Rock i jego firma mieli w tym udział. Po podpisaniu umowy finansista uświadomił sobie, że mógłby zgromadzić

pewną pulę pieniędzy i zawierać podobne kontrakty bez konieczności polegania na pojedynczej instytucji występującej w roli mecenasa. Rock miał wykształcenie związane z analizą koniunktury i uwielbiał technologię, a do tego charakteryzował się wrodzonym talentem przywódczym i mógł się pochwalić licznym gronem zadowolonych inwestorów pochodzących ze Wschodniego Wybrzeża. „Pieniądze były na Wschodnim Wybrzeżu, ale ciekawe firmy powstawały w Kalifornii, więc postanowiłem przeprowadzić się na zachód, zakładając, że zdołam połączyć te dwa światy” – powiedział³⁰.

Rock był synem rosyjskich imigrantów żydowskiego pochodzenia, wychowywał się w Rochester w stanie Nowy Jork, gdzie pracował jako sprzedawca napojów w cukierni ojca, rozwijając umiejętność trafnego oceniania osobowości. Jedną z jego najważniejszych zasad dotyczących inwestowania było stawianie przede wszystkim na ludzi, a nie na idee. Oprócz analizowania planów biznesowych starał się też dogłębnie poznać osoby, które próbowały pozyskać fundusze. „Tak mocno wierzę w ludzi, że możliwość porozmawiania z daną osobą jest dla mnie dużo ważniejsza niż zapoznawanie się ze zbyt dużą porcją informacji o tym, co osoba ta chce zrobić” – tłumaczył. Z pozoru zachowywał się jak gbur, był szorstki i małomówny. Ci, którzy przyjrzeni się jednak wystarczająco dokładnie jego obliczu, mogli dostrzec blask w jego oczach i igrający na jego twarzy uśmiech – były to sygnały świadczące o tym, że Rock lubił przebywać z ludźmi i był obdarzony poczuciem humoru.

Gdy pojawił się w San Francisco, przedstawiono go Tommy’emu Davisowi, gadatliwemu negocjatorowi, który obracał pieniędzmi Kern County Land Co. – opływającego w dolary imperium zarabiającego na hodowli bydła i wydobywaniu ropy naftowej. Panowie stworzyli razem firmę Davis and Rock, zebrali pięć milionów dolarów od współpracujących z Rockiem inwestorów ze Wschodniego Wybrzeża oraz niektórych założycieli Fairchild, po czym zaczęli oferować kapitał początkowy nowym przedsiębiorstwom w zamian za określoną część udziałów. Rektor Uniwersytetu Stanforda Fred Terman nadal próbował zacieśniać więzi

między uczelnią a dynamicznie rozwijającym się przemysłem technologicznym – zachęcił więc swoich profesorów, by udzielili porad Rockowi, który ostatecznie zaczął uczęszczać na organizowany przez Stanford wieczorowy kurs elektroniki. Wśród pierwszych firm, w które zdecydował się zainwestować, znalazły się Teledyne i Scientific Data Systems – przyniosły one później ogromne zyski. Gdy Noyce skontaktował się z nim w 1968 roku, by przedyskutować plany dotyczące odejścia z Fairchild, partnerstwo Rocka z Davisem zostało zakończone w przyjaznej atmosferze (wartość ich inwestycji osiągnęła w ciągu siedmiu lat trzydziestokrotność początkowego wkładu). Rock działał teraz na własną rękę.

„Czy gdybym chciał założyć firmę, zdołasz znaleźć dla mnie środki?” – spytał Noyce. Rock zapewnił go, że nie będzie z tym problemów. Czy cokolwiek pasowałoby lepiej do jego teorii, że człowiek stawia pieniądze na dżokejów – czyli inwestuje na podstawie oceny osób kierujących przedsiębiorstwami – niż zapewnienie finansowania firmie prowadzonej przez Roberta Noyce’a i Gordona Moore’a? Właściwie nie pytał o to, co zamierzają robić, a początkowo zakładał, że plan biznesowy lub szczegółowy opis tworzonego przedsiębiorstwa nie będzie w ogóle potrzebny. „To była jedyna z moich inwestycji, w której wypadku miałem stuprocentową pewność, że odniesie sukces” – twierdził później³¹.

Gdy próbował w 1957 roku znaleźć dom dla zdradzieckiej ósemki, wydarł pojedynczą kartkę z notatnika, stworzył ponumerowaną listę nazwisk, po czym metodycznie dzwonił do każdej z tych osób, wykreślając stopniowo ze spisu kolejnych potencjalnych inwestorów. Po jedenastu latach sięgnął po kolejny kawałek papieru i wypełnił go nazwiskami ludzi, których chciał zaprosić do udziału w nowej inicjatywie; zapisywał również, jaką część spośród pięciuset tysięcy udziałówⁱⁱⁱ sprzedawanych po pięć dolarów za sztukę zaoferuje poszczególnym inwestorom. Tym razem wykreślił ze spisu tylko jedno nazwisko (przedsięwzięciem nie był zainteresowany „Johnson z Fidelity”^{iv}). Rock musiał stworzyć drugą listę, by zmodyfikować przydziały akcji, gdyż większość ludzi chciała

zainwestować więcej pieniędzy, niż tego oczekiwał. Zgromadzenie potrzebnych funduszy zajęło mu niecałe dwa dni. Wśród szczęśliwych inwestorów znaleźli się: sam Rock, Noyce, Moore, Grinnell College (Noyce chciał, by uczelnia się wzbogaciła, i dopiął celu), Laurance Rockefeller, Fayez Sarofim (kolega Rocka z Uniwersytetu Harvarda), Max Palevsky z Scientific Data Systems oraz firma Hayden, Stone & Co. (czyli wcześniejszy pracodawca Rocka). Warto podkreślić, że pozostałych sześciu przedstawicieli zdradzieckiej ósemki (pracujących w większości wypadków dla potencjalnych rywali powoływanego właśnie do życia przedsiębiorstwa) też otrzymało szansę przyłączenia się do grupy inwestorów. Wszyscy skorzystali z tej możliwości.

W razie gdyby ktoś z grona inwestorów poprosił o prospekt, Rock osobiście stworzył liczący trzy i pół strony tekst, który opisywał przyszłe przedsiębiorstwo. Materiał przedstawiał sylwetki Noyce'a i Moore'a, a potem pojawiał się w nim pobieżny, złożony z trzech zdań opis „technologii tranzystorowych”, które miała rozwijać firma. „Prawnicy zrujnowali później branżę inwestycji venture capital, zmuszając nas do tworzenia prospektów, które są tak grube i skomplikowane, a zarazem wymagają tak starannej weryfikacji, że człowieka ogarnia pusty śmiech” – narzekał później Rock, wyciągając wspomniany prospekt ze swojej szafy na dokumenty. „Wystarczyło powiedzieć ludziom, że za firmą będą stali Noyce i Moore. Inwestorom nie były potrzebne żadne dodatkowe informacje”³².

Pierwsza nazwa wybrana przez Noyce'a i Moore'a dla nowej firmy pochodziła od ich inicjałów: „NM Electronics”. To nie brzmiało jednak zbyt ekscytująco. Po przeanalizowaniu wielu niezgrabnych propozycji (jedną z nich było „Electronic Solid State Computer Technology Corp.”) przedsiębiorcy zdecydowali się na „Integrated Electronics Corp.”. Ta nazwa też nie wzbudzała szczególnych emocji, ale miała tę zaletę, że można ją było skrócić, uzyskując na przykład wyraz „Intel”. Ta wersja brzmiała już dużo lepiej – była zgrabna i można ją było interpretować na wiele różnych sposobów.

Styl Intela

Innowacje przybierają rozmaite kształty. Większość wynalazków opisanych w tej książce to urządzenia takie jak komputer czy tranzystor, a także powiązane z nimi procesy: programowanie, pisanie aplikacji i budowanie sieci. Ważne są również te innowacje, dzięki którym powstają nowe usługi (choćby finansowanie venture capital) oraz struktury organizacyjne tworzone z myślą o badaniach i rozwoju (przykładem może tu być Bell Labs). Ten ustęp poświęcony jest jednak wynalazkowi należącemu od innej kategorii. W Intelu powstała innowacja, której wpływ na erę cyfrową był niewiele mniejszy niż oddziaływanie osiągnięć wymienionych wcześniej. Było to stworzenie kultury organizacyjnej oraz stylu zarządzania, które stanowiły przeciwieństwo hierarchicznych reguł obowiązujących w firmach ze Wschodniego Wybrzeża.

Korzeni takiego stylu działania oraz tego, co wydarzyło się w Dolinie Krzemowej, należy szukać w firmie Hewlett-Packard. Gdy Bill Hewlett służył podczas drugiej wojny światowej w armii, Dave Packard często sypiał w łóżku polowym rozstawionym w biurze i zarządzał trzema zmianami pracowników, wśród których było wiele kobiet. Uświadomił sobie (po części z braku innego wyjścia), że opłaca się oferować kadrze elastyczne godziny pracy oraz dużą swobodę związaną z szukaniem rozwiązań, które umożliwiłyby poszczególnym osobom osiąganie stawianych przed nimi celów. Hierarchiczna struktura władzy w firmie straciła na znaczeniu. W latach pięćdziesiątych XX wieku takie podejście połączone z niezobowiązującym kalifornijskim stylem życia doprowadziło do narodzin kultury organizacyjnej obejmującej piątkowe spotkania przy piwie, elastyczne godziny pracy oraz przyznawanie opcji na akcje³³.

Robert Noyce zdołał przenieść tę kulturę organizacyjną na jeszcze wyższy poziom. Aby zrozumieć jego działania jako menedżera, warto przypomnieć sobie, że urodził się i wychował w środowisku kongregacjonalistów. Jego ojciec i obydwaj dziadkowie byli protestanckimi pastorami, a jednym z fundamentalnych założeń tego wyznania było

odrzućcie hierarchię i wszystkich towarzyszących jej pułapek. Purytanie usunęli z kościoła wszelkie przepychy i oznaki władzy, eliminując nawet ambony pozwalające duszpasterzowi znaleźć się wyżej od wiernych, a wszyscy ci, którzy szerzyli nonkonformistyczną doktrynę na Wielkich Równinach (do tego grona zaliczali się również kongregacjoniści), żywili podobną niechęć do wszelkich podziałów hierarchicznych.

Warto również wspomnieć o tym, że od wczesnych czasów studenckich Noyce uwielbiał śpiewać madrygały. W każdy środowy wieczór uczestniczył w próbach dwunastogłosowego zespołu. W madrygałach nie ma miejsca dla solistów; te polifoniczne utwory łączą wiele głosów i melodii, nie przyznając nikomu dominującej roli. „Twoja partia jest zależna [od innych] i zawsze wspiera pozostałe głosy” – wyjaśnił pewnego razu Noyce³⁴.

Gordon Moore był równie bezpretensjonalny: unikał autorytaryzmu i żywił niechęć do konfrontacji, a na dodatek nie był zainteresowany przywilejami związanymi z władzą. Moore i Noyce dobrze się uzupełniali. Noyce – twarz firmy – potrafił olśnić klienta efektem aureoli, który towarzyszył mu od dzieciństwa. Moore, zawsze powściągliwy i zatopiony w myślach, lubił przebywać w laboratorium i wiedział, w jaki sposób pokierować działaniami inżynierów, sięgając po subtelne pytania lub najskuteczniejszą broń w swoim arsenale, czyli wystudiowane milczenie. Noyce świetnie radził sobie z tworzeniem strategicznych wizji i dostrzeganiem szerszego obrazu sytuacji; Moore rozumiał szczegóły, zwłaszcza te dotyczące zagadnień technologicznych i inżynierskich.

Byli zatem idealnymi partnerami biznesowymi, mieli jednak jeden problem: ponieważ łączyła ich niechęć do hierarchii oraz despotyzmu, żaden z nich nie mógł pełnić funkcji stanowczego menedżera. Obydwaj chcieli być lubiani, a zatem unikali sytuacji, w których musieliby podejmować zdecydowane działania. Kierowali pracownikami, ale nie wywierali na nich presji. Gdy pojawiał się jakiś problem – lub, nie daj Boże, różnica zdań – nie chcieli stawiać mu czoła. I nie robili tego.

Z pomocą przyszedł im Andy Grove.

Grove – urodzony w Budapeszcie jako András Gróf – nie wychował się w protestanckim środowisku, w którym śpiewano madrygały. Dorastając jako Żyd w Europie Środkowej, w której do głosu dochodził faszyzm, wyciągał bolesne lekcje dotyczące władzy. Gdy miał osiem lat, naziści przejęli władzę na Węgrzech. Ojciec chłopca trafił do obozu koncentracyjnego, a sam András wraz z matką musiał zamieszkać w specjalnym, zatłoczonym mieszkaniu przeznaczonym dla Żydów. Miał obowiązek nosić żółtą gwiazdę Dawida.

Pewnego dnia zachorował, a jego matka zdołała przekonać kogoś z grona swoich nieżydowskich przyjaciół do przyniesienia kilku składników na supę, co zakończyło się aresztowaniem zarówno matki Andrása, jak i osoby, która zapewniła im wsparcie. Gdy kobieta wyszła na wolność, zdobyła dla siebie i syna fałszywe dokumenty i zaczęli ukrywać się u jej przyjaciół. Rodzina spotkała się ponownie po zakończeniu wojny, ale do władzy doszli wtedy komuniści. W wieku dwudziestu lat Grove postanowił przekroczyć nielegalnie granicę z Austrią. Jak napisał w swoich wspomnieniach zatytułowanych *Swimming Across* („Przepływając”): „jako dwudziestolatek miałem już do czynienia z rządami węgierskich faszystów, niemiecką okupacją wojskową, ostatecznym rozwiązaniem nazistów, oblężeniem Budapesztu przez Armię Czerwoną, okresem chaotycznej demokracji funkcjonującej w pierwszych latach po wojnie, różnymi reżimami komunistycznymi oraz stłumionym siłą powstaniem ludowym”³⁵. Te doświadczenia nie przypominały koszenia trawników ani śpiewania w chórze w małym miasteczku w stanie Iowa, nie rozbudziły również w młodzieńcu przyjaznej łagodności.

Grove dotarł do Stanów Zjednoczonych rok po ucieczce z Węgier; sam nauczył się angielskiego, zdołał ukończyć z najlepszym wynikiem City College w Nowym Jorku i obronić doktorat z inżynierii chemicznej w Berkeley. Jako świeżo upieczony absolwent podjął w 1963 roku pracę w Fairchild, a w wolnym czasie pisał wykorzystywany później na uniwersytetach podręcznik *Physics and Technology of Semiconductor Devices* („Fizyka i technika elementów półprzewodnikowych”).

Gdy Moore powiedział mu o swoich planach związanych z odejściem z firmy, Grove stwierdził, że chętnie się do niego przyłączy. Tak naprawdę niemal narzucił się Moore'owi. „Bardzo go szanowałem i chciałem się znaleźć tam gdzie on” – wspominał później Grove. Stał się trzecią osobą w Intelu, obejmując stanowisko dyrektora do spraw inżynierskich.

Grove żywił głęboki podziw dla umiejętności technicznych Moore'a, ale nie dla jego stylu zarządzania. Łatwo to zrozumieć, zważywszy na awersję Moore'a do konfrontacji i niemal wszystkich aspektów zarządzania wykraczających poza ramy subtelnej porady. Jeżeli gdzieś dochodziło do konfliktu, Moore obserwował sytuację w milczeniu z bezpiecznej odległości. „Albo jest do tego z natury niezdolny, albo po prostu nie chce podejmować działań należących do obowiązków menedżera” – opisał Moore'a Grove³⁶. Tymczasem charakterny Grove czuł, że uczciwa konfrontacja nie tylko należy do obowiązków przełożonego, ale także nadaje życiu smak niczym jedna z przypraw, którymi rozkoszował się jak na prawdziwego Węgry przystało.

Styl zarządzania, któremu hołdował Noyce, bulwersował Grove'a jeszcze bardziej niż zachowania Moore'a. W okresie pracy w Fairchild Węgry gotował się ze złości, gdy Noyce ignorował niekompetencję kierownika jednego z działów – mężczyzny, który spóźniał się na spotkania i przychodził na nie pijany. Nic dziwnego, że András tylko jęknął, słysząc, iż nowym partnerem biznesowym Moore'a będzie właśnie Noyce. „Powiedziałem mu, że jego ocena przywództwa Boba jest nadmiernie krytyczna – stwierdził Moore. – Każdy z nich miał po prostu inny styl”³⁷.

W kontaktach towarzyskich Noyce i Grove dogadywali się dużo lepiej niż w relacjach zawodowych. Jeździli z rodzinami do Aspen, gdzie Noyce uczył Grove'a jeździć na nartach i zapinał mu buty. Niezależnie od tego faktu Grove wyczuwał u Noyce'a dystans, który wprawiał go w zakłopotanie: „Był jedyną znaną mi osobą, która potrafiła być równocześnie powściągliwa i czarująca”³⁸. Co więcej, pomimo kwitnącej w weekendy przyjaźni działania podejmowane przez Noyce'a w pracy wywoływały u Grove'a irytację, a czasami wręcz go bulwersowały. „Gdy

obserwowałem, jak Bob zarządza targaną konfliktami firmą, były to dla mnie wyłącznie nieprzyjemne, zniechęcające doznania – wspominał. – Jeżeli między dwiema osobami dochodziło do różnicy zdań i wszyscy spoglądaliśmy na niego, oczekując jakiejś decyzji, on robił urażoną minę i mówił coś w stylu: »Może powinniście poszukać jakiegoś rozwiązania«. Jeszcze częściej zdarzało się, że nie mówił nawet i tego, tylko zmieniał po prostu temat”³⁹.

Grove nie zdawał sobie w tamtym okresie sprawy z ważnej kwestii, którą miał zrozumieć później: efektywne zarządzanie nie zawsze wynika z obecności w firmie jednego lidera obdarzonego wyrazistą osobowością. Takie same efekty mogą być następstwem umieszczenia we władzach przedsiębiorstwa różnych osób dysponujących sumarycznie odpowiednią mieszanką umiejętności. Sytuacja przedstawia się podobnie jak w wypadku stopu metali: pożądane rezultaty można osiągnąć dzięki połączeniu właściwych składników. Wiele lat później, gdy Grove nauczył się doceniać to zjawisko, w jego ręce trafiła *Praktyka zarządzania* Petera Druckera, gdzie idealny dyrektor naczelny został opisany jako osoba zajmująca się sprawami zewnętrznymi i wewnętrznymi, a zarazem człowiek czynu. Grove uświadomił sobie, że te przymioty nie muszą być ucieleśniane przez jedną osobę, ale mogą dotyczyć zespołu kierowniczego. Grove stwierdził, że tak właśnie wygląda to w wypadku Intela, po czym przygotował dla Noyce’a i Moore’a kopie rozdziału, w którym opisano tę kwestię. Noyce odgrywał rolę osoby od spraw zewnętrznych, Moore zajmował się zagadnieniami wewnętrznymi, a Grove był człowiekiem czynu⁴⁰.

Arthur Rock, który zapewnił opisanej powyżej trójce środki umożliwiające uruchomienie firmy i początkowo wspierał ich jako prezes zarządu, rozumiał korzyści płynące z dobrania najważniejszych osób w przedsiębiorstwie w taki sposób, by członkowie grupy dopełniali swoje mocne strony. Dostrzegł też pewną zależność: firma świetnie wyszła na tym, że trzy najważniejsze osoby w zarządzie zmieniały się na stanowisku dyrektora generalnego w takiej a nie innej kolejności. Noyce został opisany przez Rocka jako „wizjoner, który wiedział, jak zainspirować ludzi

i wypromować firmę, gdy wszystko dopiero zaczynało działać”. Gdy udało się już uruchomić Intela, potrzebne były rzędy kogoś, kto potrafiłby zrobić z przedsiębiorstwa pioniera każdej kolejnej fali nowych wynalazków, a „Gordon był niezwykle błyskotliwym naukowcem, który wiedział, jak zrobić użytek z technologii”. Później, gdy Intel musiał rywalizować z dziesiątkami innych firm, „potrzebowaliśmy bezpośredniego i rządzącego twardą ręką menedżera, który potrafi się skupić na biznesowej stronie działania przedsiębiorstwa”. Kimś takim był właśnie Grove⁴¹.

Kultura organizacyjna Intela, która potem przeniknęła to innych przedsiębiorstw Doliny Krzemowej, była tworem wszystkich trzech liderów. Jak można się było spodziewać po kongregacji kierowanej przez Noyce’a, nie istniały tam żadne przywileje związane z zajmowaniem wysokich stanowisk. Przedstawicielom władz firmy nie przysługiwały oddzielne miejsca parkingowe. Wszyscy, włączając Noyce’a i Moore’a, pracowali w identycznych boksach biurowych. Oto jak opisał sytuację reporter Michael Malone, który przyjechał do Intela, by przeprowadzić tam wywiad: „Nie mogłem znaleźć Noyce’a. Jedna z sekretarek musiała pójść ze mną i zaprowadzić mnie do jego boksu, gdyż jego stanowisko pracy praktycznie nie różniło się od innych niezliczonych stanowisk pracy w firmie”⁴².

Gdy jeden z pierwszych pracowników Intela poprosił o przedstawienie mu schematu ukazującego hierarchię w przedsiębiorstwie, Noyce narysował X na środku kartki papieru, a potem dodał wokół tego znaku kilka kolejnych identycznych symboli, które połączył ze sobą kreskami. Rozmówca Noyce’a znajdował się w centrum, a każdy X przedstawiał jedną z osób, z którymi miał współdziałać⁴³. Pierwszy szef Intela zwrócił uwagę na to, że na Wschodnim Wybrzeżu urzędnicy i sekretarki pracują w firmach przy niewielkich metalowych biurkach, podczas gdy osoby na stanowiskach kierowniczych zasiadają przy kosztownych meblach z mahoniem. Noyce postanowił, że w jego boksie znajdzie się niewielkie biurko wykonane z szarego aluminium, choć nawet świeżo zatrudniani pracownicy dostawali większe meble wykonane z drewna. Jego

porysowane i poobijane biurko znajdowało się w centralnej części pomieszczenia, w miejscu gdzie każdy mógł je zobaczyć. To zapobiegało ewentualnym próbom domagania się przez kogokolwiek korzyści związanych z władzą. „Nie było mowy o żadnych przywilejach – wspominała Ann Bowers, która kierowała działem zasobów ludzkich, a potem została żoną Noyce’a^v. – Zaczęliśmy tworzyć kulturę organizacyjną, która zupełnie różniła się od wszystkiego, z czym ludzie mieli dotychczas do czynienia. To była kultura merytokracji”⁴⁴.

Równocześnie była to także kultura innowacji. Noyce wyznawał teorię, którą rozwinął w okresie, gdy musiał się dopasowywać do sztywnych reguł panujących w Philco: im bardziej otwarte i nieuporządkowane było jego zdaniem środowisko pracy, tym szybciej pojawiały się tam nowe idee, które zdobywały później popularność, były doprowadzane do perfekcji i znajdowały zastosowanie. „Chodzi o to, że ludzie nie powinni być zmuszani do zmagania się z hierarchią służbową – powiedział jeden z inżynierów Intela, Ted Hoff. – Jeśli potrzebujesz coś przedyskutować z konkretnym przedstawicielem władz firmy, po prostu idziesz z nim porozmawiać”⁴⁵. Jak opisał to Tom Wolfe w stworzonym przez siebie rysie biograficznym, „Noyce uświadomił sobie, jaką niechęcią darzył stosowany na wschodzie korporacyjny system dzielący pracowników na niezliczone kategorie. Na szczycie tej piramidy znajdowali się dyrektorzy i wicedyrektorzy zachowujący się na co dzień tak, jak gdyby byli w firmie dworem i arystokracją”.

Unikając tworzenia hierarchii służbowej – zarówno w Fairchild Semiconductor, jak i później w Intelu – Noyce oddawał władzę pracownikom i zmuszał ich do wykazywania się przedsiębiorczością. Choć Grove czuł zażenowanie, gdy podczas spotkań podnoszone w dyskusjach kwestie pozostawały nierozstrzygnięte, Noyce nie miał nic przeciwko temu, by młodszy rangą pracownicy sami rozwiązywali problemy, zamiast zrzucać je na przełożonych w oczekiwaniu, że usłyszą od nich, co mają zrobić. Młodzi inżynierowie musieli wziąć na siebie odpowiedzialność i zachowywać się jak wynalazcy. Od czasu do czasu zdarzało się, że któryś

z pracowników został wytrącony z równowagi przez jakiś poważny problem. „Ktoś taki przychodził do Noyce’a i nie mogąc złapać tchu, pytał, co ma zrobić – pisał Wolfe. – Noyce pochylał głowę, skupiał na rozmówcy niezwykle uważne spojrzenie, słuchał, a potem stwierdzał: »Spójrz, oto twoje wytyczne. Musisz wziąć pod uwagę A, musisz wziąć pod uwagę B, a potem musisz wziąć pod uwagę C«. Później przywoływał na twarz uśmiech Gary’ego Coopera: »Jeśli jednak sądzisz, że podejmę tę decyzję za ciebie, jesteś w błędzie. Przecież w końcu to o twój tyłek tu chodzi«”.

Zamiast przedstawiać swoje plany najwyższym zwierzchnikom, poszczególne sekcje wchodzące w skład Intela mogły działać tak, jakby były samodzielnymi firmami dysponującymi dużą swobodą działania. Gdy trzeba było podjąć decyzję wymagającą zgody innych sekcji – mogło chodzić na przykład o nowy plan marketingowy lub zmianę strategii dotyczącej jakiegoś produktu – odpowiedzialności nie zrzucano na szefostwo. Zamiast tego zwoływano spotkanie, podczas którego próbowano wypracować kompromis. Noyce lubił narady, a w firmie istniały pomieszczenia specjalnie przeznaczone do spotkań. Podczas dyskusji wszyscy byli traktowani jak równi sobie, a każdy mógł podważyć powszechne przekonania. Noyce był tam obecny nie tyle jako szef, ile jako pastor kierujący pracownikami tak, by zdołali sami podjąć decyzję. „To była nie tyle korporacja, co kongregacja” – podsumował Wolfe⁴⁶.

Noyce okazał się wspaniałym przywódcą – był inteligentny i potrafił inspirować otoczenie – ale nie był wybitnym menedżerem. „Bob stosował zasadę, która głosiła, że jeśli zasugerujesz ludziom, jak powinien wyglądać właściwy wybór, będą na tyle rozsądni, by wybrać tę ścieżkę i zrobić to, co należy – wspominał Moore. – Jego zdaniem nie było potrzeby tego dopilnować”⁴⁷. Moore przyznawał, że sam nie był pod tym względem wiele lepszy: „Nigdy nie okazywałem wielkich ciągów do robienia użytku z władzy lub bycia szefem, co może oznaczać, że byliśmy do siebie bardzo podobni”⁴⁸.

Tego rodzaju styl zarządzania sprawiał, że firmie potrzebny był ktoś, kto narzuciłby dyscyplinę. Na wczesnym etapie rozwoju Intela (i wiele lat

przed tym, jak nadeszła jego kolej, by zająć stanowisko dyrektora generalnego) Grove pomagał wprowadzać określone techniki zarządzania. Stworzył miejsce, w którym ludzie byli pociągani do odpowiedzialności za niechlujność. Porażki pociągały za sobą określone konsekwencje. „Andy zwolniłby własną matkę, gdyby jej działania miały uniemożliwić firmie odniesienie sukcesu” – powiedział jeden z inżynierów. Inny z kolegów wyjaśnił, że w organizacji kierowanej przez Noyce’a taka dyscyplina była czymś niezbędnym: „Bob naprawdę musi być miłym facetem. Zależy mu na tym, by ludzie go lubili. Ktoś musi się zatem zajmować wprowadzaniem wśród pracowników dyscypliny. Tak się składa, że Andy jest w tym całkiem niezły”⁴⁹.

Grove zaczął zgłębiać sztukę zarządzania, chłonąc wiedzę na ten temat tak, jakby były to informacje dotyczące układów elektronicznych. Po wielu latach miał zostać autorem bestsellerów, takich jak *Only the Paranoid Survive* („Przeżyje tylko paranoik”) i *High Output Management* („Zarządzanie z wysoką wydajnością”). Pracując w Intelu, nie próbował jednak wykorzystywać stworzonych przez Noyce’a fundamentów w celu zbudowania na nich hierarchicznego systemu zarządzania. Zamiast tego pomagał wdrożyć kulturę organizacyjną przesyconą motywacją, skupieniem oraz zwracaniem uwagi na szczegóły – cechami, które nie wynikały w naturalny sposób ze swobodnego stylu i bezkonfliktowości cechujących Noyce’a. Spotkania prowadzone przez Grove’a były rzeczowe i prowadziły do rozstrzygnięć, stanowiąc tym samym przeciwieństwo narad organizowanych przez Noyce’a, który chętnie udzielał milczącej zgody ostatniej osobie zostającej z nim w pomieszczeniu, przez co wszyscy próbowali maksymalnie opóźnić moment opuszczenia sali konferencyjnej.

Tym, co pozwoliło uniknąć Grove’owi etykiety tyrana, był jego niepoprawny optymizm, który sprawiał, że nie dało się go nie lubić. Gdy na jego twarzy pojawiał się uśmiech, z jego oczu zaczynał bić blask. Miał charyzmę dobrego skrzata. Jego węgierski akcent oraz bezczelny uśmiech sprawiały, że był zdecydowanie najbarwniejszym inżynierem w dolinie. Uległ wątpliwym modom popularnym na początku lat siedemdziesiątych

i próbował być w dechę w stylu przyjezdnego geeka, co byłoby dobrym materiałem na skecz w *Saturday Night Live*. Grove miał długie baczki i wąsy, do tego nosił rozpięte pod szyją koszule, odsłaniając złote łańcuchy na owłosionej klatce piersiowej. Żadna z tych ekstrawagancji nie była w stanie zamaskować faktu, że był inżynierem z krwi i kości, a zarazem jednym z pionierów zaangażowanych w stworzenie tranzystora półprzewodnikowego wykorzystującego tlenek metalu – fundamentu nowoczesnych układów scalonych.

Grove kultywował egalitarne podejście Noyce’a – przez całą karierę pracował w wyeksponowanym boksie biurowym i uwielbiał to. Wzbogacił jednak to nastawienie o aspekt, który nazywał „konstruktywną konfrontacją”. Nigdy się nie wywyższał, ale nie zdarzało mu się również tracić czujności. O ile cechą charakterystyczną Noyce’a była ujmująca uprzejmość, o tyle Grove miał bezceremonialny i bezpośredni styl bycia. Dokładnie takie samo podejście stosował później Steve Jobs: brutalna szczerość, całkowite skupienie oraz ambitne dążenie do doskonałości. „Andy był tym gościem, który dbał o to, by wszystko działało jak należy – wspominała Ann Bowers. – Był naprawdę wymagający. Miał jasno określony pogląd na to, co powinienesz lub czego nie powinienesz robić, i dzielił się nim bez najmniejszych oporów”⁵⁰.

Pomimo różnic w stosowanym stylu zarządzania Noyce’a, Moore’a i Grove’a łączyła jedna rzecz: niezachwiane dążenie do tego, by w Intelu nigdy nie zabrakło innowacji, eksperymentów i przedsiębiorczości. Mantra Grove’a brzmiała: „Sukces rodzi samozadowolenie. Samozadowolenie prowadzi do porażki. Przetrwają tylko paranoicy”. Noyce i Moore przypuszczalnie nie byli paranoikami, ale nie okazywali też samozadowolenia.

Mikroprocesor

Wynalazki są czasem następstwem sytuacji, w której ludzie stają w obliczu problemu i próbują go za wszelką cenę rozwiązać. Innym razem innowacja

pojawia się wówczas, gdy ktoś stawia przed sobą cel godny wizjonera. Opowieść o tym, jak Ted Hoff wraz ze swoim zespołem z Intela doprowadził do stworzenia mikroprocesora, wpisuje się w obydwa te schematy.

Hoff, młody wykładowca pracujący na Stanfordzie, został dwunastym pracownikiem Intela, a do jego obowiązków w firmie należało projektowanie układów scalonych. Uświadomił sobie, że to, co robi Intel – tworzenie różnych chipów spełniających rozmaite funkcje – jest nieekonomicznym i nieeleganckim rozwiązaniem. Do firmy zgłaszali się kontrahenci proszący o skonstruowanie mikrochipa, który zostałby zaprojektowany w celu wykonywania określonego zadania. Hoff poszedł w ślady Noyce’a i innych: wyobraził sobie inne wyjście z sytuacji, czyli stworzenie wielozadaniowego układu, który dałoby się zaprogramować tak, by w zależności od potrzeb wykonywał różne zadania. Innymi słowy, chodziło o wielozadaniowy komputer umieszczony na chipie⁵¹.

Pojawienie się tej wizji zbiegło się w czasie z problemem, który spadł na Hoffa latem 1969 roku. Japońska firma Busicom postanowiła stworzyć nowy, potężny kalkulator stacjonarny i przedstawiła parametry dwunastu wyspecjalizowanych mikrochipów (oddzielnych układów zarządzających wyświetlaczem, obliczeniami, pamięcią i innymi zagadnieniami), które miał dla niej zbudować Intel. Firma z Doliny Krzemowej zaakceptowała propozycję, ustalono też cenę za układy scalone. Noyce poprosił Hoffa o nadzorowanie projektu. Wkrótce pojawiły się trudności. „Im dokładniej analizowałem ten projekt, tym poważniejsze były moje obawy dotyczące tego, że Intel obiecał więcej, niż faktycznie był w stanie zrobić – wspominał później Hoff. – Liczba chipów i ich stopień komplikacji były dużo większe, niż się spodziewałem”. Intel nie był w stanie stworzyć takich układów, zachowując uzgodnioną cenę. Rosnąca popularność kalkulatorów kieszonkowych Jacka Kilby’ego tylko pogorszyła sytuację i zmusiła Busicom do dalszego ograniczenia ceny.

„Spróbuj podążać tropem, który pozwoliłby uprościć cały projekt” – odpowiedział Noyce⁵².

Hoff zaproponował, by zaprojektować w firmie pojedynczy chip, który byłby w stanie podołać niemal wszystkim zadaniom wymienionym w zamówieniu Busicomu. „Wiedziałem, że da się zrobić coś takiego – powiedział o takim wielozadaniowym chipie. – Można było sprawić, by taki układ emulował komputer”. Noyce zasugerował mu, by spróbował stworzyć coś takiego.

Zanim zdolali sprzedać ten pomysł Busicomowi, Noyce uświadomił sobie, że musi przekonać kogoś, kto może stawiać jeszcze większy opór – chodziło o Andy’ego Grove’a, który z technicznego punktu widzenia był podwładnym Noyce’a. A Grove za swój obowiązek uważał między innymi troskę o to, by Intel skupiał się na ważnych rzeczach. Noyce był gotów wyrazić zgodę niemal na wszystko, zadaniem Grove’a było natomiast mówić „nie”. Gdy Noyce zajrzał do boksu Grove’a i usiadł na rogu jego biurka, Węgier od razu uznał, że powinien mieć się na baczności. Wiedział, że próba okazania przez Noyce’a nonszalancji świadczy o tym, iż coś się święci. „Zaczynamy kolejny projekt” – stwierdził Noyce z udawanym śmiechem⁵³. Pierwszą reakcją Grove’a było zakomunikowanie rozmówcy, że chyba zwariował. Intel dopiero co zaczął działalność i wciąż zmagał się z wyzwaniem, jakim była produkcja układów pamięci. Nie potrzebowali dodatkowych inicjatyw, które odwracałyby uwagę pracowników. Gdy jednak Noyce opisał koncepcję Hoffa, Grove uświadomił sobie, że stawianie oporu przypuszczalnie byłoby błędem i nie miało sensu.

We wrześniu 1969 roku Hoff wraz ze swoim kolegą Stanem Mazorem stworzyli projekt architektury wielozadaniowego układu logicznego, który mógłby realizować instrukcje programujące jego działanie. Układ miał wykonywać pracę dziewięciu z dwunastu układów zamówionych przez Busicom. Noyce i Hoff zaprezentowali to rozwiązanie kierownictwu Busicomu, a kontrahent przyznał, że użycie wielozadaniowego chipa będzie lepszym rozwiązaniem.

Gdy nadszedł moment renegocjacji ceny, Hoff przekazał Noyce’owi niezwykle ważną rekomendację, która pomogła stworzyć ogromny rynek dla chipów wielozadaniowych i sprawiła, że Intel pozostał liderem ery

cyfrowej. Chodziło o zawarcie z kontrahentem układu zawierającego zapis, który dziesięć lat później został użyty również przez Billa Gatesa i Microsoft podczas ustalania warunków współpracy z koncernem IBM. Noyce zaoferował Busicomowi dobrą cenę, ale nalegał, by w zamian za to Intel zachował prawa do nowego chipa i mógł udzielać innym firmom licencji na wykorzystywanie go w celach niezwiązanych z produkcją kalkulatorów. Noyce był świadom tego, że układ scalony, który można zaprogramować tak, by wykonywał dowolne operacje logiczne, stanie się podstawowym komponentem urządzeń elektronicznych – odpowiednikiem powszechnie wykorzystywanego w budownictwie drewna konstrukcyjnego mającego formę desek o prostokątnym przekroju w proporcji dwa na cztery. Wielozadaniowe układy mogłyby zastąpić chipy budowane na zamówienie, można by było je również produkować w większych ilościach, a co za tym idzie, stopniowo obniżać cenę. Popularyzacja takich układów scalonych mogłaby też doprowadzić do bardziej subtelnej zmiany w branży elektronicznej: znaczenie inżynierów zajmujących się sprzętem i projektowaniem rozkładu elementów wewnątrz chipa zmalałoby na rzecz nowej grupy – przygotowującej oprogramowanie i implementującej w systemie zestaw instrukcji.

Ponieważ ten wynalazek był tak naprawdę procesorem komputera umieszczonym wewnątrz chipa, nowe urządzenie nazwano „mikroprocesorem”. W listopadzie 1971 roku Intel zaprezentował publicznie swój nowy produkt – Intel 4004. W prasie branżowej pojawiły się ogłoszenia zwiastujące „przełom w zintegrowanej elektronice – mikroprogramowalny komputer na chipie!”. Produkt został wyceniony na dwieście dolarów, a do firmy zaczęły napływać zamówienia oraz tysiące próśb o udostępnienie dokumentacji. W dniu publicznej prezentacji mikroprocesora Noyce brał udział w targach komputerowych w Las Vegas i z zadowoleniem przyglądał się potencjalnym klientom tłoczącym się wokół stoiska Intelu.

Noyce stał się apostołem mikroprocesora. Podczas spotkania, które zorganizował w 1972 roku w San Francisco dla swojej licznej rodziny,

stanął na dachu wynajętego autobusu i machał trzymaną nad głową płytką. „To przedmiot, który zmieni świat – powiedział zgromadzonym. – Zrewolucjonizuje wasze domy, w których znajdą się komputery. Będziecie mieli dostęp do wszelkich informacji”. Krewni Noyce’a przekazywali sobie kawałek krzemu niczym przedmiot kultu. „Nie będziecie już nawet potrzebować pieniędzy – przepowiadał Noyce. – Wszystko będzie się odbywać elektronicznie”⁵⁴.

Jego słowa były tylko nieznacznie przesadzone. Mikroprocesory zaczęły się pojawiać w inteligentnej sygnalizacji świetlnej i samochodowych układach hamulcowych, w automatach do kawy i lodówkach, w windach i sprzęcie medycznym, a także w tysiącach innych urządzeń. Jednak najdonioślejszym sukcesem wynikającym ze stworzenia mikroprocesora była możliwość budowania mniejszych komputerów, a co najistotniejsze – komputerów osobistych, które można by było postawić na biurku i używać w domu. Gdyby prawo Moore’a pozostało aktualne (dziś wiemy już, że faktycznie się sprawdziło), można było się spodziewać, że branża komputerów osobistych będzie się rozwijać w symbiozie z przemysłem zajmującym się mikroprocesorami.

Tak właśnie przedstawiały się wydarzenia, które miały miejsce w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku. Mikroprocesor doprowadził do narodzin setek nowych firm wytwarzających podzespoły i oprogramowanie wykorzystywane w komputerach osobistych. Intel nie tylko rozwijał projekty nowatorskich chipów, ale stworzył również kulturę, dzięki której start-upy finansowane przez fundusze venture capital odmieniły sytuację ekonomiczną w okolicy i zajęły miejsce sadów morelowych w Dolinie Santa Clara, czyli długim na sześćdziesiąt pięć kilometrów pasie płaskiego terenu ciągnącym się od południowego San Francisco przez Palo Alto aż po San Jose.

Główna arteria doliny, ruchliwa autostrada El Camino Real, była niegdyś drogą łączącą dwadzieścia jeden kalifornijskich kościołów misyjnych. Na początku lat siedemdziesiątych za sprawą firmy Hewlett-Packard, założonego przez Freda Termana parku przemysłowego działającego przy

Uniwersytecie Stanforda, Williama Shockley’ego, Fairchild oraz Fairchildren stała się trasą zapewniającą dostęp do tętniącego życiem obszaru zajmowanego przez przedsiębiorstwa sektora technologicznego. W 1971 roku cała ta okolica zyskała nową nazwę. Dan Hoefler, felietonista tygodnika „Electronic News”, zaczął publikować cykl artykułów zatytułowanych *Dolina Krzemowa, USA*, a ludzie szybko podchwycili nową nazwę tego regionu⁵⁵.

[ⁱ](#) Nagrody Nobla przyznawane są wyłącznie żyjącym osobom.

[ⁱⁱ](#) Ang. child – dziecko; children – dzieci – przyp. red.

[ⁱⁱⁱ](#) Wykorzystanym przez niego instrumentem finansowym były obligacje konwersyjne – pożyczka, którą można było zamienić na akcje, gdyby firma odniosła sukces. Gdyby przedsiębiorstwo poniosło klęskę, papiery byłyby jednak z punktu widzenia wierzycieli bezwartościowe.

[^{iv}](#) Chodziło o Edwarda „Neda” Johnsona III, który zarządzał wówczas funduszem Fidelity Magellan. W 2013 roku Rock nadal dysponował wspomnianymi tu dwiema listami, a także starszym spisem stworzonym podczas poszukiwania inwestora dla przedsiębiorstwa, które miało się stać firmą Fairchild. Wszystkie te papiery znajdowały się w szafie na dokumenty stojącej w jego gabinecie z widokiem na zatokę San Francisco.

[^v](#) Po ślubie z Noyce’em odeszła z Intela i podjęła pracę w stawiającej pierwsze kroki firmie Apple Computer, gdzie została pierwszą szefową działu zasobów ludzkich i miała niemal matczyną, kojącą wpływ na Steve’a Jobsa.

Rozdział 6

Gry komputerowe

Rozwój układów scalonych przełożył się na powstawanie urządzeń, które zgodnie z przewidywaniami prawa Moore’a stawały się z roku na rok coraz mniejsze i dysponowały coraz większą mocą obliczeniową. Istniał jednak jeszcze jeden czynnik, który miał napędzać rewolucję komputerową oraz wytworzyć zapotrzebowanie na komputery osobiste: przekonanie, że komputery nie zostały stworzone wyłącznie w celu przeprowadzania skomplikowanych obliczeń, a obcowanie z tymi urządzeniami może (i powinno) być dla użytkowników źródłem przyjemności.

Do rozwoju koncepcji, w myśl której komputery powinny być interaktywne i zapewniać rozrywkę, przyczyniły się dwie społeczności. Pierwsza to hardcore’owi hakerzy, którzy chcieli znać technologię od podszewki, a równocześnie uwielbiali żarty, sprytne sztuczki programistyczne, gadżety oraz gry¹. Do drugiej należeli buntowniczy przedsiębiorcy, którzy próbowali podbić zdominowaną przez konsorcja dystrybutorów flipperów branżę automatów do gier i dojrzeli już do wywołania zamieszania produktami cyfrowymi na rynku. W takich właśnie okolicznościach narodziły się gry komputerowe, które stały się czymś więcej niż tylko poślednim sposobem na rozrywkę i przerodziły w integralną część rodowodu dzisiejszych komputerów osobistych. Gry

komputerowe pomagały też upowszechniać inną ideę: komputery powinny komunikować się z użytkownikami w czasie rzeczywistym, oferować przy tym intuicyjny interfejs i robić użytek z cieszącego oko wyświetlacza graficznego.



Dan Edwards i Peter Samson w 1962 roku w MIT podczas gry w *Spacewar*



Nolan Bushnell (ur. 1943)

Steve Russell i *Spacewar*

Korzenie hakerskiej subkultury (a także nowatorskiej gry komputerowej *Spacewar*) sięgają działającego przy MIT Tech Model Railroad Club (TMRC) – klubu zrzeszającego zagorzałych wielbicieli kolejek elektrycznych założonego w 1946 roku. Jego członkowie spotykali się w budynku, w którym niegdyś pracowano nad radarem. Zajmowane przez grupę pomieszczenie niemal całkowicie wypełniała makieta kolejowa, składająca się z niezliczonych torów, zwrotnic, wagoników, sygnalizatorów świetlnych i miast, a do tego wykonana z wyjątkowym pietyzmem i troską o historyczną wierność. Większość członków stowarzyszenia miała bzika na punkcie tworzenia dopracowanych wizualnie elementów modelu. Byli jednak i tacy, których bardziej interesowało to, co kryło się pod rozległą planszą makiety znajdującą się na wysokości klatki piersiowej dorosłego

człowieka. Członkowie „podkomitetu do spraw sygnalizacji i zasilania” doglądali przekaźników, kabli, obwodów oraz przełącznic krzyżowych, które znajdowały się pod makietą i składały na skomplikowany system sterujący licznymi pociągami. Ta skomplikowana sieć połączeń stanowiła w ich oczach ucieleśnienie piękna. „Były tam przełączniki układające się w szeregi niczym pułk wojska, przejmująco regularne rzędkie przekaźników z matowego brązu, a także poskręcana, ciągnąca się bez końca, chaotyczna płatanina czerwonych, niebieskich i żółtych przewodów przypominających fryzurę Einsteina zafarbowaną na wszystkie kolory tęczy” – napisał Steven Levy w książce *Hackers*, która zaczyna się od barwnego opisu klubu².

Członkowie podkomitetu do spraw sygnalizacji i zasilania z dumą akceptowali to, że nazywano ich hakerami. To określenie kojarzone było z wyjątkowymi umiejętnościami technicznymi i gotowością do płatania figli, nie wiązano go natomiast z włamaniami do sieci, a więc tym, co dziś przychodzi na myśl każdemu, kto słyszy to słowo. Hackami nazywano wyszukane dowcipy, obmyślane przez studentów MIT – do tej kategorii zaliczało się na przykład wciągnięcie żywej krowy na dach akademika, umieszczenie plastikowej krowy na kopule głównego budynku uczelni lub pojawienie się gigantycznego balonu na środku boiska podczas meczu drużyn Harvardu i Yale. „W TMRC używamy pojęcia »haker« wyłącznie w jego pierwotnym znaczeniu, określając tak osobę, która korzystając z własnej pomysłowości, tworzy jakieś sprytne rozwiązanie, czyli »hack« – ogłosił klub. – Istotą »haku« jest to, że wykonuje się go szybko, a podejmowane działania są z reguły mało eleganckie”³.

Aspiracją niektórych spośród pierwszych hakerów była chęć stworzenia maszyn, które potrafiłyby myśleć. Wielu z nich studiowało w MIT i było związanych z Artificial Intelligence Lab (Laboratorium Sztucznej Inteligencji) – instytucją badawczą założoną w 1959 roku przy tej uczelni przez dwóch profesorów, którzy mieli zyskać wielką sławę. Pierwszym z nich był przypominający z wyglądu Świętego Mikołaja John McCarthy – twórca terminu „sztuczna inteligencja”. Drugim – Marvin Minsky, przekonany o tym, że komputery prześcigną pewnego dnia ludzką

inteligencję, choć sam był posiadaczem wybitnego umysłu, przeczącemu owej tezie. Obowiązująca w laboratorium doktryna głosiła, że urządzenia dysponujące odpowiednią mocą obliczeniową będą w stanie naśladować działanie sieci neuronowych obecnych w mózgu człowieka, co umożliwi maszynom inteligentną komunikację z użytkownikami. Minsky – obdarzony figlarnym usposobieniem mężczyzna o skrzących się oczach – zbudował nawet uczącą się maszynę, która miała być odwzorowaniem ludzkiego umysłu. Urządzenie otrzymało nazwę SNARC (Stochastic Neural Analog Reinforcement Calculator (Stochastyczny Neuronowy Analogowy Kalkulator Wspomagający), co miało świadczyć o tym, że badacz podchodził do zagadnienia poważnie, ale w jego działaniach mógł się też skrywać pierwiastek żartu. Minsky zakładał, że inteligencja może być owocem współdziałania elementów pozbawionych zdolności rozumowania, na przykład zwykłych komputerów połączonych w gigantyczne sieci.

Przełomowym momentem dla hakerów z TMRC był wrzesień 1961 roku, kiedy firma Digital Equipment Corporation (DEC) przekazała MIT prototyp swojego komputera PDP-1. Zajmował tyle miejsca co trzy lodówki i był pierwszym komputerem zaprojektowanym z myślą o bezpośredniej interakcji z użytkownikiem. Do tej konstrukcji można było podłączyć klawiaturę i monitor wyświetlający grafikę, a całość mogła z powodzeniem obsługiwać jedna osoba. Grupka hardcore'owych hakerów zaczęła krążyć wokół nowego komputera niczym ćmy wokół płomienia; szybko zawiązał się też spisek, który miał umożliwić znalezienie jakiegoś zabawnego zastosowania dla tej nowoczesnej maszyny. Wiele dotyczących tego dyskusji odbywało się w zapuszczonym mieszkaniu przy Hingham Street w Cambridge, tak więc ich uczestnicy postanowili nadać całej grupie miano Instytutu Hingham. Wyszukana nazwa była przejawem ironii. Celem spiskowców nie było zaproponowanie wyrafinowanego zastosowania PDP-1 – chodziło po prostu o zrobienie czegoś pomysłowego.

W przeszłości inne grupy hakerów stworzyły kilka prostych gier działających na dostępnych wówczas komputerach. Jedno z urządzeń

używanych w MIT wyświetlało na ekranie kropkę symbolizującą mysz, która próbowała pokonać labirynt i dotrzeć do kawałka sera (w późniejszych wersjach został zastąpiony przez martini); inny egzemplarz użytkowany w Brookhaven National Lab na Long Island wykorzystywał oscyloskop komputera analogowego w celu symulacji meczu tenisowego. Członkowie Instytutu Hingham wiedzieli jednak, że dzięki PDP-1 nadarza się im okazja do napisania pierwszej gry komputerowej z prawdziwego zdarzenia.

Najlepszym programistą w grupie był Steve Russell, który pomagał profesorowi McCarthy'emu w opracowywaniu języka LISP, stworzonego z myślą o ułatwieniu prac badawczych nad sztuczną inteligencją. Russell był ucieleśnieniem geeka – posiadał mnóstwo pasji i intelektualnych namiętności dotyczących rozmaitych urządzeń, od pociągów parowych po maszyny myślące. Niski i pobudliwy, nosił okulary z grubymi szklami i miał kręcone włosy. Gdy zabierał głos, mogło się wydawać, że ktoś wcisnął właśnie przycisk przewijania taśmy do przodu. Chociaż w tym młodym człowieku drzemało mnóstwo energii i intensywnych emocji, miał również tendencję do ociągania się, przez co dorobił się przydomka „Slug” (Ślimak).

Podobnie jak większość jego znajomych hakerów Russell był zagorzałym fanem kiepskich filmów i tandetnych powieści popularnonaukowych. Jego ulubionym autorem był E.E. „Doc” Smith, niespełniony technolog żywności (ekspert w dziedzinie wybielania mąki i twórca mieszanek do wyrobu pączków), który specjalizował się w pisaniu szmatławych space oper. W książkach Smitha nie brakowało melodramatycznych przygód, walki ze złem, podróży międzygwiazdnych oraz stereotypowych wątków miłosnych. Doc Smith „pisał z wdziękiem i subtelnością młota pneumatycznego”, jak podsumował to Martin Graetz, członek klubu TRMC oraz Instytutu Hingham, który został później autorem wspomnień dotyczących narodzin *Spacewar*. Oto, jak Graetz podsumował typową opowieść Doca Smitha:

Po wstępnym zamieszaniu, mającym na celu przedstawienie imion wszystkich postaci, grupka przerośniętych bohaterów rusza w podróż po wszechświecie, by pokonać najnowszą bandę galaktycznych zbirów, wysadzić kilka planet, zająć się eksterminacją paskudnych form życia i po prostu dobrze się bawić. Mogłoby się wydawać, że w obliczu kłopotów (które mają w zasadzie przez cały czas) bohaterowie zdołają przedstawić kompletną teorię naukową, stworzą technologię umożliwiającą zaimplementowanie tej koncepcji w praktyce, a następnie wyprodukują broń pozwalającą roznieść złych w drobny mak – na dodatek zrobią to wszystko, mknąc swoim statkiem kosmicznym przez bezkresne pustkowia galaktyki i próbując uciec przed wrogami¹.

Biorąc pod uwagę uwielbienie, jakim wśród wielu hakerów cieszyły się tego rodzaju spaceoperowe dzieła, trudno się dziwić, że Russell, Graetz i kilku innych przyjaciół postanowiło stworzyć na PDP-1 grę, której akcja będzie się toczyć w przestrzeni kosmicznej. „Dopiero co skończyłem czytać serię Lensman Doca Smitha – wspominał Russell. – Jego bohaterowie z reguły byli ścigani przez złoczyńców po całej galaktyce, a uciekając przed złymi, musieli znajdować sposoby, dzięki którym mogliby się wyrwać z opresji. To właśnie dzięki takim wyczynom narodziła się koncepcja gry *Spacewar*”⁴. Przedstawiciele grupy byli tak dumni ze swoich zainteresowań, że zespół zyskał nową nazwę – Grupa Badawcza Instytutu Hingham do spraw Walk w Kosmosie – a „Ślimak” Russell miał się wziąć do tworzenia kodu⁵.

Tymczasem – zgodnie ze swoim przydomkiem – haker wcale nie rzucił się w wir pracy. Wiedział, co będzie punktem wyjścia jego gry. Kiedyś profesor Minsky natknął się na algorytm, który rysował na ekranie monitora PDP-1 okrąg; naukowiec zdołał go zmodyfikować tak, by urządzenie wyświetlało trzy kropki, które wzajemnie na siebie oddziaływały, tworząc piękne wzory. Minsky określał stworzone przez siebie rozwiązanie mianem „Tri-Pos”, choć jego studenci stosowali inną nazwę: „Minskytron”. To był

solidny fundament pozwalający napisać grę, w której główną rolę odgrywałyby oddziałujące na siebie statki kosmiczne i pociski. Russell spędził wiele tygodni zahipnotyzowany Minskytronem, starał się również rozgryźć mechanizm rysowania wzorów. Ugrzązł jednak, gdy stanął przed koniecznością napisania programu, który korzystając z funkcji trygonometrycznych, określałby ruch statków kosmicznych.

Gdy Russell opisał kolegom ten problem, okazało się, że jeden z członków klubu Alan Kotok wie, jak go rozwiązać: pojechał więc do znajdującej się na przedmieściach Bostonu siedziby DEC (czyli firmy, która zbudowała PDP-1), a potem znalazł tam życzliwego inżyniera, który dysponował gotowym programem pozwalającym przeprowadzać obliczenia. „W porządku, oto program umożliwiający korzystanie z funkcji trygonometrycznych – powiedział Kotok Russellowi. – Jaka będzie twoja kolejna wymówka?” Russel przyznał później: „Zastanowiłem się i nie znalazłem żadnego pretekstu, więc musiałem usiąść do roboty”⁶.

Russell zabrał się do pracy w ostatnich dniach 1961 roku, wykorzystując świąteczną przerwę na uczelni, a po kilku tygodniach zdołał stworzyć rozwiązanie, dzięki któremu można było manewrować kropkami na ekranie – używając przełączników na panelu kontrolnym dało się zwiększać lub zmniejszać szybkość ruchu owych punktów i zmieniać ich kierunek przemieszczania się. Później haker zastąpił kropki dwoma karykaturalnymi statkami kosmicznymi – jeden z nich był gruby i pękaty niczym cygaro, drugi – cienki i prosty jak ołówek. Kolejny podprogram sprawiał, że każdy z pojazdów mógł wystrzelić ze swojego dziobu punkt udający pocisk. Gdy pozycja takiej kropki pokryła się z położeniem statku kosmicznego, dochodziło do „eksplozji”, po której pojazd rozpadał się na poruszające się w losowy sposób punkty. W lutym 1962 roku udało się stworzyć podstawy programu.

Na tym etapie prac gra *Spacewar* stała się projektem open source. Russell umieścił taśmę ze swoim programem w pudełku, w którym były też inne programy napisane dla PDP-1, a przyjaciele „Ślimaka” zaczęli wprowadzać do gry swoje udoskonalenia. Jeden z hakerów, Dan Edwards, doszedł do

wniosku, że fajnym rozwiązaniem byłoby zaimplementowanie siły grawitacji, stworzył zatem w programie ogromne słońce, które przyciągało statki. Jeżeli ktoś nie wykazał się ostrożnością, gwiazda mogła zadziałać na jego pojazd niczym magnes i doprowadzić do katastrofy, ale dobrzy gracze nauczyli się przelatywać blisko Słońca i wykorzystywać jego siłę grawitacji, nabierając w ten sposób rozpędu i poruszając się po ekranie z większą prędkością.

Jak wspominał Russell, jeszcze inny kolega, Peter Samson, „uznał, że moje gwiazdy są rozmieszczone na ekranie w przypadkowy i nierealistyczny sposób”⁷. Stwierdził, że gra potrzebuje „czegoś autentycznego”, czyli rozwiązania, które zamiast generować przypadkowe kropki, zapewniłoby realistyczne odzwierciedlenie konstelacji. Stworzył programistyczny dodatek, któremu nadał nazwę *Expensive Planetarium*. Korzystając z informacji pochodzących z *American Ephemeris and Nautical Almanac* („Amerykański almanach efemeryd i danych nautycznych”) napisał podprogram, który ukazywał wszystkie widoczne na nocnym niebie obiekty aż do gwiazd piątej wielkości. Określając liczbę rozbłysków danego punktu na ekranie, Samson był nawet w stanie odwzorować względną jasność każdego ciała niebieskiego. Dzięki temu udoskonaleniu statki kosmiczne mknęły od tamtej chwili na tle powoli przesuwających się konstelacji.

Opisana powyżej otwarta współpraca doprowadziła do narodzin kolejnych ciekawych udoskonaleń. Martin Graetz zaproponował coś, co nazwał „przyciskiem awaryjnym” – gracz mógł się wyrwać z tarapatów, naciskając guzik i znikając tymczasowo w innym wymiarze nadprzestrzeni. „Pomysł polegał na tym, że gdy wszystko inne zawiodło, można było skoczyć w czwarty wymiar i zniknąć” – wyjaśniał. O podobnym rozwiązaniu (nazywanym „tunelem nadprzestrzennym”) czytał w jednej z powieści Doca Smitha. W wypadku *Spacewar* pojawiały się jednak pewne ograniczenia: w nadprzestrzeń można było uciec tylko trzy razy w ciągu jednej gry, rywal zyskiwał w takiej sytuacji chwilę wytchnienia, a na

dodatek nigdy nie było wiadomo, w której części ekranu pojawi się z powrotem statek. Mógł się zmaterializować na powierzchni Słońca lub tuż przed nosem rywala. „Można było z tego skorzystać, ale nikt się do tego nie palił” – wyjaśniał Russell. Graetz postanowił dodać jeszcze jeden element, który byłby formą hołdu dla profesora Minsky’ego: statek znikający w nadprzestrzeni zostawiał za sobą jeden z charakterystycznych wzorów generowanych przez Minskytron⁸.

Jednym z udoskonaleń, które przeszły do historii, było to stworzone przez dwóch aktywnych członków TMRC Alana Kotoka i Boba Sandersa. Obydwaj zdali sobie sprawę, że sytuacja, w której gracze tłoczą się przy konsoli PDP-1, rozpychają się łokciami i gorączkowo wciskają przyciski urządzenia, jest zarówno niekomfortowa, jak i niebezpieczna. Kotok i Sanders zaczęli więc grzebać pod makietą kolejową w klubowym pomieszczeniu, a następnie wymontowali stamtąd kilka przełączników i przekaźników. Kolejnym krokiem było zamontowanie tych elementów w dwóch plastikowych pudełkach, co pozwoliło stworzyć zdalne kontrolery wyposażone we wszystkie potrzebne przełączniki oraz przyciski awaryjne pozwalające uciec w nadprzestrzeń.

Gra szybko zdobyła popularność w innych ośrodkach dysponujących komputerami, stała się również fundamentem kultury hakerskiej. DEC zaczął rozprowadzać ją razem ze swoimi urządzeniami, a programiści tworzyli nowe wersje gry na inne systemy. Hakerzy z całego świata dodawali do gry kolejne udoskonalenia: osłony statków, wybuchające kosmiczne miny i możliwość prowadzenia rozgrywki zza sterów jednego ze statków. Jak powiedział Alan Kay, jeden z pionierów pracujących nad komputerami osobistymi, „*Spacewar* pojawia się automatycznie w każdym miejscu, w którym stoi wyświetlacz graficzny podłączony do komputera”⁹.

Gra *Spacewar* uwypukla trzy aspekty kultury hakerskiej, które stały się ważnymi elementami ery cyfrowej. Po pierwsze, program stanowił owoc współpracy wielu osób. „Byliśmy w stanie stworzyć grę razem, pracując nad nią jako zespół, czyli tak jak lubiliśmy działać” – powiedział Russell. Po drugie, gra była darmowa i miała charakter open source. „Proszono nas

o kopie kodu źródłowego, a my oczywiście przekazywaliśmy je zainteresowanym”. „Oczywiście” – bo wszystko to rozgrywało się w czasach, kiedy aż się prosiło, żeby oprogramowanie było darmowe. Po trzecie, fundamentem funkcjonowania gry było przekonanie, że komputery powinny być interaktywne i osobiste. „Program sprawiał, że mogliśmy obcować z komputerem i zmuszaliśmy go do tego, by reagował w czasie rzeczywistym na nasze działania” – podkreślał Russell¹⁰.

Nolan Bushnell i Atari

Podobnie jak wiele osób, które w latach sześćdziesiątych studiowały informatykę, Nolan Bushnell był fanatykiem *Spacewar*. „Ta gra miała ogromny wpływ na każdego, kto kochał komputery, a w moim wypadku okazała się czymś, co odmieniło moje życie – wspominał. – Steve Russell był dla mnie niemal jak Bóg”. Tym, co odróżniało Bushnella od innych maniaków oblegających komputery i czerpiących frajdę z manewrowania punkcikami na ekranie, była jego fascynacja parkami rozrywki – pracował nawet w jednym z nich, by sfinansować swoje studia. Oprócz tego miał charakter tryskającego energią przedsiębiorcy i bardzo lubił dreszczyk emocji oraz ryzyko. Nic dziwnego, że to właśnie Nolan Bushnell stał się jednym z tych, którzy zrobili użytek z wynalazku i uczynili z niego gałąź przemysłu¹¹.

Bushnell miał piętnaście lat, gdy zmarł jego ojciec. Był podwykonawcą budowlanym działającym na rozrastających się terenach podmiejskich wokół Salt Lake City, zostawił też po sobie kilka niedokończonych zleceń, za które nie wziął pieniędzy. Młody Bushnell, który już wówczas był rosy i przebojowy, doprowadził te prace do końca, co tylko podsyciło jego wrodzoną brawurę. „Gdy robisz coś takiego jako piętnastolatek, zaczynasz wierzyć, że nie ma dla ciebie rzeczy niemożliwych” – powiedział¹². Nic zatem dziwnego, że zaczął grać w pokera. Nie odniósł jednak wielkiego sukcesu, szczęśliwy traf zaś zmusił go do połączenia studiów na Uniwersytecie Utah z pracą w parku rozrywki Lagoon. „Nauczyłem się

wszystkich możliwych sztuczek pozwalających nakłonić ludzi do wydawania ćwierćdolarówek, co z pewnością dobrze mi się przysłużyło”¹³. Wkrótce otrzymał awans i został przeniesiony do salonu gier, gdzie ostatnim krzykiem mody były automaty symulujące jazdę samochodem – do tej kategorii należał na przykład Speedway produkowany przez firmę Chicago Coin Machine Manufacturing.

Bushnell miał też dużo szczęścia, że przyszło mu studiować właśnie na Uniwersytecie Utah. Uczelnia mogła się pochwalić najlepszym w kraju programem poświęconym grafice komputerowej (inicjatywą kierowali profesorowie Ivan Sutherland i David Evans), stała się też jednym z pierwszych czterech węzłów sieci ARPANET będącej załącznikiem internetu. (Do grona studentów tego uniwersytetu zaliczali się między innymi: Jim Clark, który założył Netscape’a, John Warnock, współzałożyciel Adobe, Ed Catmull, jeden z twórców Pixara, oraz Alan Kay, o którym będzie jeszcze mowa). Uczelnia dysponowała komputerem PDP-1 i kopią *Spacewar*, a Bushnell połączył swoją miłość do gry i znajomość zasad ekonomii obowiązujących w salonach z automatami. „Uświadomiłem sobie, że gdyby udało się umieścić w salonie komputer z grą, można by zarobić mnóstwo ćwierćdolarówek – twierdził później. – Potem wykonałem dzielenie i okazało się, że nawet mnóstwo ćwierćdolarówek wpływających każdego dnia nigdy jednak nie pokryje kosztu zakupu komputera wartego milion dolarów. Dzielisz milion dolarów na dwadzieścia pięć centów i się poddajesz”¹⁴. Dokładnie coś takiego zrobił – na jakiś czas się poddał.

Gdy Bushnell ukończył w 1968 roku studia („jako ostatni w grupie”, jak sam często się przechwalał), podjął pracę w firmie Ampex, która produkowała sprzęt nagrywający. Razem z poznanym tam kolegą Tedem Dabneym nadal obmyślał plany przerobienia komputera na automat do gier, poszukując rozwiązań pozwalających wykorzystać w tym celu urządzenie Data General Nova – kosztujący cztery tysiące dolarów minikomputer, który pojawił się na rynku w 1969 roku i miał gabaryty lodówki. Jednak jakkolwiek żonglowaliby liczbami, urządzenie zawsze okazywało się za

drogie i miało zbyt małą moc obliczeniową.

Próbując uruchomić *Spacewar* na komputerze Nova, Bushnell starał się znaleźć specyficzne elementy programu (na przykład składające się z gwiazd tło), które mogłyby być generowane sprzętowo i nie pochłaniałyby mocy obliczeniowej komputera. „Potem przyszło objawienie – wspominał później. – Dlaczego nie zrobić tego wszystkiego na poziomie sprzętowym?” Innymi słowy, Bushnell postanowił zaprojektować obwody, które wykonywałyby każde z zadań składających się na program. W ten sposób można by było ograniczyć koszty, choć oznaczało to również konieczność znacznego uproszczenia gry. Bushnell przerobił zatem *Spacewar* tak, by był tam tylko jeden statek kosmiczny kontrolowany przez użytkownika (gracz zmagał się z dwoma prostymi spodkami latającymi generowanymi przez urządzenie). Wyeliminowano również siłę przyciągania Słońca oraz przycisk umożliwiający ucieczkę w nadprzestrzeń. Pomimo tych ograniczeń gra nadal sprawiała frajdę, a zbudowanie stosownego automatu nie wymagało dużych nakładów finansowych.

Bushnell przedstawił cały pomysł Billowi Nuttingowi, który założył firmę z zamiarem produkowania automatów z grą *Computer Quiz*. Stosując zunifikowane nazewnictwo, nadali grze Bushnella miano *Computer Space*. Obaj tak dobrze się rozumieli, że już w 1971 roku Bushnell odszedł z firmy Ampex i podjął pracę w Nutting Associates.

Gdy pracowali razem nad pierwszymi automatami z grą *Computer Space*, Bushnell dowiedział się, że mają konkurencję. Dwaj wielbicieli *Spacewar* – absolwent Uniwersytetu Stanforda Bill Pitts oraz jego kumpel z California Polytechnic State University Hugh Tuck – postanowili wykorzystać minikomputer PDP-11 i zamienić go w automat do gier. Gdy ta informacja dotarła do Bushnella, zaprosił Pittsa i Tucka w odwiedziny. Obydwaj byli zbulwersowani kompromisami – wręcz świętokradztwami – na jakie godził się Bushnell, upraszczając *Spacewar* w celu stworzenia niedrogiego automatu do gier. „Wersja Nolana była całkowitym wypaczeniem oryginału” – wściekał się Pitts¹⁵. Bushnell podchodził z kolei

z pogardą do planów zakładających przeznaczenie 20 tysięcy dolarów na sprzęt (między innymi komputer PDP-11, który miał stać w innym pomieszczeniu podłączony do konsoli wielometrowymi przewodami) i pobieranie za grę opłaty w wysokości dziesięciu centów. „Byłem zaskoczony tym, jak kiepsko orientowali się w kwestiach dotyczących modelu biznesowego – powiedział. – Odczułem zdziwienie, ale i ulgę. Gdy tylko zobaczyłem, jak przedstawiają się ich plany, wiedziałem, że nie będą dla nas konkurencją”.

Dzieło Pittsa i Tucka zostało nazwane *Galaxy Game* i zadebiutowało jesienią 1971 roku w uniwersyteckiej kawiarni w budynku Tresidder Union na Stanfordzie. Studenci gromadzili się tam każdego wieczoru niczym wyznawcy w miejscu kultu. Niezależnie od tego, jak długie byłyby kolejki osób zainteresowanych grą, urządzenie nie było jednak w stanie na siebie zarobić, a przedsięwzięcie ostatecznie upadło. „Hugh był inżynierem, tak samo jak ja, i żaden z nas nie zwracał w ogóle uwagi na kwestie biznesowe” – przyznał później Pitts¹⁶. Talent inżynierski może być źródłem innowacji, ale żeby zadziwić świat, trzeba połączyć takie uzdolnienia z umiejętnościami biznesowymi.

Bushnell zdołał sprowadzić koszt zbudowania automatu z jego pierwszą grą, *Computer Space*, do tysiąca dolarów. Urządzenie zadebiutowało kilka tygodni po *Galaxy Game*, pojawiając się w barze Dutch Goose w Menlo Park niedaleko Palo Alto. Twórcom udało się sprzedać tysiąc pięćset egzemplarzy gry wideo, co było bardzo przyzwoitym wynikiem. Bushnell był znakomitym przedsiębiorcą: nie brakowało mu pomysłów, dobrze radził sobie z zagadnieniami inżynierskimi, miał żyłkę do biznesu i potrafił wyczuć potrzeby rynku. Znakomicie sprawdzał się też jako sprzedawca. Jeden z reporterów opisał później swoje spotkanie z twórcą *Computer Space* podczas targów w Chicago: „Gdy trzeba było przedstawić opis nowej gry, żadna osoba powyżej szóstego roku życia nie potrafiła tego zrobić z taką pasją jak Bushnell”¹⁷.

Okazało się, że *Computer Space* nie cieszy się w piwiarniach tak dużym powodzeniem jak w miejscach spotkań studentów, przez co gra nie święciła

takich sukcesów jak większość flipperów. Wynalazek Bushnella zaczął jednak zdobywać grono zwolenników, a co ważniejsze, pozwolił stworzyć nową gałąź przemysłu. Automaty do gier, dotychczas kojarzone z flipperami produkowanymi przez chicagowskie firmy, już wkrótce miały zyskać nowe oblicze dzięki inżynierom z Doliny Krzemowej.

Niezadowolony ze współpracy z Nutting Associates Bushnell stwierdził, że założy własną firmę, która pozwoliłaby mu stworzyć kolejną grę komputerową. „Dzięki pracy dla Nutting wiele się nauczyłem – odkryłem, że nie zdołam niczego schrząnąć jeszcze bardziej niż oni” – wspominał¹⁸. Postanowił, że nowa firma się nazywać Syzygy – to trudne do wymówienia słowo oznacza ustawienie się trzech ciał niebieskich w jednej linii. Na całe szczęście tej nazwy nie można było wykorzystać, gdyż wcześniej zarejestrowała ją hipisowska komuna wytwarzająca świece. W takiej sytuacji Bushnell postanowił sięgnąć po słowo, jakim określano w Japonii grę planszową Go, i stwierdził, że jego nowe przedsięwzięcie będzie nosiło nazwę „Atari”.

Pong

W dniu, w którym powołano do życia Atari – czyli 27 czerwca 1972 roku – Nolan Bushnell zatrudnił pierwszego inżyniera. Al Alcorn wychował się w otoczonej złą sławą części San Francisco, w szkole średniej grał w futbol amerykański, a potem nauczył się naprawiać telewizory, zdobywając wiedzę za pośrednictwem kursu korespondencyjnego zorganizowanego przez firmę RCA. Studiując w Berkeley, brał udział w programie praktyk zawodowych i to właśnie w ten sposób trafił do Ampexu, gdzie przyszło mu pracować pod okiem Bushnella. Alcorn ukończył studia dokładnie w tym czasie, w którym Bushnell zakładał Atari.

Wiele spośród kluczowych dla ery cyfrowej partnerstw łączyło ludzi, którzy dysponowali odmiennymi umiejętnościami i charakterami – przykładami mogą być tutaj John Mauchly i Presper Eckert, John Bardeen i Walter Brattain, a także Steve Jobs i Steve Wozniak. Od czasu do czasu

fundamentem owocnej współpracy stawał się jednak podobny entuzjazm u dwóch osób, obdarzonych zbliżonymi charakterem. Tak właśnie wyglądało to w wypadku Bushnella i Alcorna. Obydwaj byli krzepcy, uwielbiali zabawę i cechowali się zuchwałością. „Al jest jedną z najfajniejszych osób, jakie znam – zapewniał Bushnell ponad czterdzieści lat później. – To wspaniały inżynier, a w dodatku zabawny człowiek, dzięki czemu świetnie nadawał się do pracy przy grach komputerowych”¹⁹.

W tamtym okresie Bushnell podpisał umowę, która zobowiązywała go do stworzenia nowej gry dla firmy Bally Midway z Chicago. Plan przewidywał stworzenie gry wyścigowej, która z punktu widzenia piwoszy odwiedzających bary dla klasy pracującej miała być atrakcyjniejsza niż latanie statkiem kosmicznym. Zanim Bushnell przekazał to zadanie Alcornowi, postanowił dać mu na rozgrzewkę jakieś ćwiczenie.

Podczas targów Bushnell miał okazję przyjrzeć się urządzeniu Odyssey – prymitywnej konsoli do gier stworzonej przez Magnavox podłączanej do domowych telewizorów. Jedną z gier, jakie można było uruchomić na tym urządzeniu, była cyfrowa wersja ping-ponga. „Uznałem, że całość była dosyć lipna” – stwierdził Bushnell po latach, gdy został pozwany o kradzież pomysłu na tę grę. – Nie było tam dźwięku ani punktacji, a piłki kwadratowe. Zauważyłem jednak, że gra sprawiała niektórym ludziom frajdę”. Gdy wrócił do niewielkiego biura wynajmowanego przez Atari w Santa Clara, opisał ten program Alcornowi, stworzył szkice kilku obwodów, a potem poprosił swojego pracownika, by zaprojektował automat z taką grą. Powiedział mu, że podpisał z GE kontrakt na stworzenie gry, co było kłamstwem. Podobnie jak wielu przedsiębiorców Bushnell nie miał oporów przed zniekształcaniem rzeczywistości, jeśli tylko miało to motywować ludzi. „Pomyślałem, że to będzie dla Ala świetny program szkoleniowy”²⁰.

Zbudowanie prototypu zajęło Alcornowi kilka tygodni – wywiązał się z tego zadania na początku września 1972 roku. Pracownik Bushnella cechował się godnym dziecka zamiłowaniem do zabawy, wprowadził zatem udoskonalenia, które uczyniły z monotonnego odbijania punktu między

paletkami dobrą zabawę. Stworzone przez Alcorna linie symbolizujące rakiety zostały podzielone na osiem obszarów: gdy piłka uderzyła środkową część paletki, odbijała się od niej na wprost, gdy jednak trafiła bliżej krawędzi, uciekała na boki. Dzięki temu rozwiązaniu gra stała się trudniejsza i do głosu dochodził element taktyki. Alcorn stworzył również tablicę z wynikami. W przypływie geniuszu dodał właściwy dźwięk (pochodzący w istocie z generatora synchronizacji), by uprzyjemnić użytkownikowi obcowanie z grą. Twórca wykorzystał czarno-biały telewizor Hitachi za siedemdziesiąt pięć dolarów, po czym połączył wszystkie niezbędne podzespoły i umieścił je w drewnianej szafce wysokiej na sto dwadzieścia centymetrów. Podobnie jak *Computer Space* automat nie korzystał z mikroprocesora i nie zawierał ani jednej linii kodu; wszystko zostało zrealizowane sprzętowo i odwoływało się do logiki tworzenia urządzeń cyfrowych stosowanej przez konstruktorów odbiorników telewizyjnych. Alcorn przymocował do konstrukcji pudełko na monety wymontowane ze starego flippera, i tak właśnie doszło do narodzin gwiazdy²¹. Bushnell nadał jej nazwę *Pong*.

Jednym z najgenialniejszych rozwiązań zastosowanych w *Pongu* była prostota gry. *Computer Space* wymagała skomplikowanych instrukcji, a na ekranie startowym pojawiało się tyle wytycznych, że łatwo mogły wprowadzić w zakłopotanie nawet informatyka (oto niektóre z tych informacji: „W przestrzeni kosmicznej nie ma grawitacji; prędkość rakiety może być zmieniana wyłącznie za pomocą siły ciągu silnika”). *Pong* był dla odmiany na tyle prosty, że jego reguły mógł zrozumieć w środku nocy nawet zalany w trupa bywalec baru lub upalony student. Istniała tylko jedna wskazówka: „Aby zdobywać punkty, trafiaj w piłkę”. Atari (świadomie bądź nie) dotarło do sedna najważniejszego wyzwania stojącego przed inżynierami w epoce komputerów: tworzenia radykalnie uproszczonych i intuicyjnych interfejsów użytkownika.

Bushnell był tak zadowolony z konstrukcji Alcorna, że postanowił uczynić z nowego urządzenia coś więcej niż tylko wprawkę dla swojego pracownika: „Zmieniłem zdanie w chwili, w której gra zaczęła nam

sprawiać sporo frajdy i złapaliśmy się na tym, że codziennie po pracy spędzamy przy niej jedną lub dwie godziny”²². Właściciel Atari polecił do Chicago i próbował przekonać Bally Midway, by w ramach podpisanej wcześniej umowy kontrahent zaakceptował *Ponga* i zrezygnował z zamawianej pierwotnie gry. Ludzie z Bally Midway nie byli jednak zainteresowani nową koncepcją. Firma z rezerwą podchodziła do gier przeznaczonych dla dwóch graczy.

Okazało się, że był to uśmiech losu. Aby przetestować *Ponga*, Bushnell i Alcorn umieścili prototyp automatu w Andy Capp’s, piwiarni działającej w miasteczku Sunnyvale zamieszkiwanym przez klasę robotniczą. Był to lokal, w którym podłogę pokrywały skorupki orzeszków ziemnych, a w odległym zakątku sali kilku bywalców korzystało z flipperów. Minął może jeden dzień, a Alcorn odebrał telefon od kierownika baru – mężczyzna skarżył się, że automat przestał działać, po czym zażądał, by ktoś natychmiast przyjechał naprawić urządzenie, ponieważ cieszyło się zaskakującą popularnością. Alcorn szybko udał się do lokalu. Gdy tylko otworzył maszynę, odkrył, w czym tkwił problem: pojemnik na monety był wypełniony po brzegi ćwierćdolarówkami. Po otwarciu pojemnika pieniądze rozsypały się po podłodze²³.

Bushnell i Alcorn uświadomili sobie, że stworzyli prawdziwy hit. Przeciętny automat do gier zarabiał dziesięć dolarów dziennie; *Pong* natomiast czterdzieści. Nagle okazało się, że decyzja Bally Midway o odrzuceniu tego produktu może się stać prawdziwym błogosławieństwem. W Bushnellu odezwał się prawdziwy przedsiębiorca – postanowił, że Atari będzie samodzielnie produkować automaty, choć nie dysponowało ani zapleczem finansowym, ani potrzebnym wyposażeniem.

Założyciel Atari podjął ryzyko i postanowił rozpocząć całą operację przy użyciu minimalnych środków – założył, że będzie inwestował w produkcję tyle, ile zdoła zarobić dzięki sprzedaży automatów. Sprawdził, ile ma pieniędzy na koncie, a gdy podzielił tę sumę przez dwieście osiemdziesiąt dolarów (czyli koszt zbudowania jednego urządzenia), okazało się, że w pierwszym rzucie mógłby złożyć trzynaście egzemplarzy. „Ta liczba jest

pechowa – wspominał później – więc postanowiliśmy zbudować dwanaście sztuk”²⁴.

Bushnell wykonał z gliny niewielki model obudowy automatu, a potem zaniósł go do zakładu skutniczego, który zaczął wytwarzać odpowiednie skrzynki z włókna szklanego. Budowa każdego automatu trwała zaledwie tydzień, a kilka kolejnych dni wystarczało, by sprzedać urządzenie za dziewięćset dolarów. Zysk na poziomie sześciuset dwudziestu dolarów za sztukę zapewniał dochody, dzięki którym cały interes mógł się kręcić. Część zysków ze sprzedaży pierwszych urządzeń została przeznaczona na stworzenie prospektu reklamowego ze zdjęciem pięknej młodej kobiety w zmysłowej prześwitującej koszuli nocnej, obejmującej automat do gier. „Znaleźliśmy ją w pobliskim barze topless” – wspominał Bushnell czterdzieści lat później, przemawiając do grupy śmiertelnie poważnych licealistów, którzy sprawiali wrażenie zakłopotanych tą opowieścią i nie do końca wiedzieli, czym jest bar topless²⁵.

Finansowanie venture capital (czyli inicjatywa, która właśnie zawitała do Doliny Krzemowej za sprawą Arthura Rocka pozyskującego pieniądze dla Intela) znajdowało się poza zasięgiem firmy planującej produkcję automatów do gier – urządzeń, które nie były jeszcze znane i kojarzyły się z mafijnym światem producentów flipperówⁱⁱ. Gdy Bushnell postanowił starać się o pożyczkę, banki również odmówiły mu wsparcia. Właścicielowi Atari przyszedł z pomocą jedynie holding Wells Fargo, który zapewnił linię kredytową opiewającą na pięćdziesiąt tysięcy dolarów, co stanowiło jedynie część kwoty, o którą ubiegał się Bushnell.

Dzięki tym środkom właściciel Atari był w stanie uruchomić zakład produkcyjny, który umieścił w opuszczonej wrotkarni oddalonej o kilka przecznic od biura firmy w Santa Clara. Automaty do *Ponga* nie były składane na linii montażowej, ale na podłodze, gdzie młodzi pracownicy niespiesznie łączyli poszczególne elementy. Personel udało się pozyskać dzięki pobliskim urzędom dla bezrobotnych. Po odrzuceniu pracowników uzależnionych od heroiny i tych, którzy wynosili telewizory, efektywność pracy gwałtownie wzrosła. Początkowo w zakładzie powstawało dziesięć

automatów dziennie, ale już po dwóch miesiącach produkcja podskoczyła do niemal stu sztuk. Poprawiła się również sytuacja ekonomiczna firmy: koszt zbudowania każdego urządzenia nieznacznie przekraczał trzysta dolarów, natomiast cena dla odbiorcy końcowego została podniesiona do tysiąca dwustu dolarów.

Atmosfera panująca w firmie przedstawiała się dokładnie tak, jak można się było tego spodziewać po uwielbiających rozrywkę Bushnelli i Alcornie, którzy nie przekroczyli jeszcze trzydziestki. Swoboda znana z działających w Dolinie Krzemowej start-upów osiągała w Atari niespotykany dotąd poziom. W każdy piątek organizowana była impreza z piwem i trawką; spotkaniom pracowników towarzyszyło też czasem kąpanie się nago (praktykowane zwłaszcza wówczas, gdy udało się wypracować normę przewidzianą na dany tydzień). Bushnell wspomina: „Doszliśmy do tego, że przyjęcie wydane z okazji zrealizowania planu miało na naszych pracowników taki sam wpływ jak przyznanie im premii”.

Nolan Bushnell kupił w pobliskim Los Gatos ładny dom położony wśród wzgórz, a w znajdującym się na terenie posiadłości jacuzzi odbywały się czasem spotkania zarządu firmy lub przyjęcia dla pracowników. Gdy Bushnell budował nowy zakład produkcyjny, stwierdził, że tam też musi się znaleźć jacuzzi. „To było narzędzie wykorzystywane podczas rekrutacji – utrzymywał. – Doszliśmy do tego, że nasz styl życia i imprezy były skutecznym środkiem przyciągającym pracowników. Jeżeli planowaliśmy kogoś zatrudnić, zapraszaliśmy go na jedno z naszych przyjęć”²⁶.

Atmosfera panująca w Atari nie tylko była narzędziem służącym rekrutacji – ukazywała również osobowość Bushnella. Nie chodziło tu jednak o zwyczajne sprawianie sobie przyjemności. Fundamentem rozwiązań stosowanych w Atari była filozofia, która wyrosła z ruchu hipisowskiego i pomogła zdefiniować specyfikę Doliny Krzemowej. Podstawą tej koncepcji były określone zasady: kwestionowanie autorytetów, unikanie hierarchii, zachwyt nonkonformizmem i troska o kreatywność. Inaczej niż w wypadku korporacji działających na Wschodnim Wybrzeżu, tutaj nie narzucano odgórnie godzin pracy ani zasad

dotyczących stroju obowiązującego w biurze czy w jacuzzi. „W tym okresie w IBM-ie należało nosić białą koszulę, ciemne spodnie i czarny krawat, a na ramieniu bądź w innym miejscu mieć przypięty identyfikator – opowiadał jeden z inżynierów, Steve Bristow. – W Atari praca wykonywana przez ludzi liczyła się bardziej niż to, jak wyglądali”²⁷.

Sukces *Ponga* doprowadził do pozwu złożonego przez firmę Magnavox – producenta konsoli Odyssey, z którą Bushnell miał niegdyś do czynienia podczas targów. Program, z którym miał wówczas kontakt założyciel Atari, został stworzony przez niezwiązanego z firmą inżyniera Ralpha Baera. Nie mógł on przypisać sobie autorstwa koncepcji tej gry, gdyż jej korzenie sięgały przynajmniej 1958 roku, kiedy to William Higinbotham pracujący w Brookhaven National Lab podłączył oscyloskop do analogowego komputera i stworzył *Tennis for Two*, umożliwiający dwóm osobom odbijanie tam i z powrotem kropki. Baer był jednak jednym z tych wynalazców, którzy (podobnie jak Edison) wierzyli w to, że składanie wniosków o przyznanie patentu jest kluczowym elementem procesu postawiania innowacji – dzięki takiemu podejściu zastrzegł ponad siedemdziesiąt nowatorskich pomysłów, między innymi rozmaite aspekty tworzonych przez siebie gier. Zamiast podejmować walkę w sądzie, Bushnell zaproponował sprytny układ, który był korzystny dla obu stron. Atari miało wnieść jednorazową opłatę w wysokości 70 tysięcy dolarów i zyskać dzięki temu wieczyste prawo do sprzedawania gry, z kolei Magnavox miał egzekwować swoje uprawnienia patentowe i domagać się tantiem od innych przedsiębiorstw – między innymi dawnych partnerów Bushnella, Bally Midway i Nutting Associates, którzy mieli zamiar stworzyć podobne gry. Taki układ pomógł Atari zyskać przewagę nad konkurentami.

Na innowację składają się przynajmniej trzy elementy: wspaniały pomysł, talent inżynierski pozwalający zrealizować daną ideę w praktyce, a także smykałka do biznesu (obejmująca przebojowość w zawieraniu układów), która umożliwia przekształcenie wynalazku w odnoszący

sukcesy produkt. Dwudziestodzieciolatek Nolan Bushnell posiadał wszystkie te cechy, dzięki czemu to właśnie on (a nie Bill Pitts, Hugh Track, Bill Nutting czy Ralph Baer) przeszedł do historii jako wizjoner, który doprowadził do narodzin branży gier komputerowych. „Jestem dumny z tego, w jaki sposób zbudowaliśmy *Ponga*, ale jeszcze bardziej z tego, jak rozpracowałem kwestie organizacyjne i finansowe związane z prowadzeniem tego interesu – powiedział. – Stworzenie gry okazało się proste. Wyzwaniem było zbudowanie firmy bez pieniędzy”²⁸.

i Oto próbka prozy Doca Smitha: „[...] statek *Nerada* był przygotowany na wszelkie niespodzianki. W przeciwieństwie do swego siostrzanego statku, był obsadzony naukowcami dobrze znającymi podstawowe teorie dotyczące każdego rodzaju broni będącej w użyciu. Wiązki, strumienie i lance energetyczne błyskały i pluły ogniem; płaszczyzny i ołówki cięły, zmiatały i dźgały; ekrany obronne świeciły czerwono, błyskały nagle intensywną jasnością, błyszcząły żarem. Purpurowy woal uparcie napierał na fioletową kurtynę anihilacyjną. Pociski z materii i torpedy latały w pełni sterowane, eksplodując bez efektu w połowie odległości, wybuchając w nicość lub znikając bezskutecznie w nieprzenikalnych ekranach policyklicznych” [fragment książki *Trójplanetarni* (wyd. oryg. 1948), cyt. za: E.E. Doc Smith, *Trójplanetarni*, Solaris, Stawiguda 2013, tłum. Ireneusz Dybczyński – przyp. tłum.].

ii Gdy w 1975 roku (a więc trzy lata po opisywanych tu wydarzeniach) Atari postanowiło stworzyć nową wersję *Ponga* przeznaczoną do użytku domowego, instytucje działające w branży venture capital podchwyciły pomysł, a Bushnell zdołał pozyskać dwadzieścia milionów dolarów od Dona Valentine’a, który właśnie założył Sequoia Capital. Od tego momentu Atari i Sequoia wzajemnie napędzały swój rozwój.

Rozdział 7

Internet

Trójkąt Vannevara Busha

Instytucje, które doprowadziły do narodzin danej innowacji, często pozostawiają na niej swój ślad. Ta prawidłowość szczególnie ciekawie przejawia się w internecie – został on bowiem stworzony w wyniku współpracy trzech grup: wojska, uniwersytetów oraz prywatnych korporacji. Było to tym bardziej fascynujące, że nie chodziło o powołane konsorcjum o luźnej strukturze, w którym każda ze stron dążyłaby do osiągnięcia własnych celów. Podczas drugiej wojny światowej i po jej zakończeniu owe trzy grupy połączyły swoje siły i stworzyły żelazny trójkąt kooperacji wojskowo-przemysłowo-akademickiej.

Osobą, która w największym stopniu przyczyniła się do powstania tego układu, był Vannevar Bush, profesor z MIT, który w 1931 roku zbudował analizator różniczkowy – wczesny komputer analogowy opisany w rozdziale 2¹. Ponieważ Busha traktowano jak gwiazdę w każdym z trzech środowisk, znakomicie nadawał się do tej roli: był dziekanem MIT School of Engineering, założycielem wytwarzającej elektronikę firmy Raytheon, a podczas drugiej wojny światowej jedną z najważniejszych osób zarządzających wojskowymi projektami badawczymi. „Żaden Amerykanin

nie miał takiego wpływu na rozwój nauki i technologii jak Vannevar Bush” – stwierdził później kierujący MIT Jerome Wiesner, który dodał, że „najważniejszą innowacją [Busha] był plan, dzięki któremu z budowania wielkich rządowych ośrodków badawczych przerzucono się na zawieranie kontraktów z uniwersytetami i laboratoriami przemysłowymi”².

Bush urodził się w 1890 roku niedaleko Bostonu i był synem pastora kościoła uniwersalistycznego, który zaczynał swoją karierę jako kuk na kutrze do połowu makreli. Obydwaj dziadkowie Busha byli kapitanami wielorybnikami, przez co miał skłonność do bezpośrednich i prostolinijnych zachowań, które pomogły mu później zostać zdecydowanym menedżerem i charyzmatycznym administratorem. Podobnie jak wielu liderów odnoszących sukcesy w świecie technologii Bush świetnie radził sobie zarówno z tworzeniem urządzeń, jak i dokonywaniem właściwych wyborów. „Wszyscy moi niedawni przodkowie byli kapitanami na okrętach i potrafili bez wahania podejmować decyzje – powiedział kiedyś. – Dzięki temu mam skłonności do przejmowania kontroli nad przedsięwzięciami, w które się angażuję”³.



J.C.R. Licklider (1915–1990)



Bob Taylor (ur. 1932)



Larry Roberts (ur. 1937)

Kolejnym podobieństwem łączącym go z wieloma cenionymi liderami świata technologii było to, że jako młody człowiek uwielbiał zarówno nauki humanistyczne, jak i ścisłe. Potrafił cytować obszerne ustępy z Rudyarda Kiplinga i Omara Chajjama, grał na flecie, ubóstwiał symfonie i czytał dla przyjemności dzieła filozoficzne. Również i jego rodzina urządziła w suterenie warsztat, w którym chłopak budował małe łodzie i mechaniczne zabawki. Jak donosił później „Time” w swoim niepowtarzalnym, staromodnym stylu: „Szczupły, bystry, bezpośredni Van Bush to Jankes, którego miłość do nauki zaczęła się – tak samo jak u wielu amerykańskich chłopców – od pasji dłubania w urządzeniach”⁴.

Vannevar podjął naukę w Tufts College, gdzie w wolnych chwilach tworzył urządzenie pomiarowe, wykorzystujące dwa koła rowerowe i wahadło do wyznaczania obwodu oraz powierzchni obszaru (była to zatem analogowa konstrukcja używana do przeprowadzania rachunku całkowego). Bush zastrzegł ten wynalazek w urzędzie patentowym, uzyskując pierwszy z czterdziestu dziewięciu patentów, jakie miał zgromadzić w ciągu swojej kariery. Podczas studiów w Tufts razem ze współlokatorami nawiązał współpracę z wieloma małymi przedsiębiorstwami, a po zdobyciu dyplomu założył Raytheon – firmę, która z czasem stała się ważnym graczem w przemyśle zbrojeniowym i elektronicznym.

Bush obronił doktorat łączony MIT i Harvardu z inżynierii elektrycznej, po czym został profesorem i dziekanem Wydziału Inżynierii w MIT, gdzie stworzył swój analizator różniczkowy. Jego pasją było propagowanie w społeczeństwie doniosłości nauki i inżynierii, w których to dziedzinach w tamtym czasie (czyli w połowie lat trzydziestych XX wieku) pozornie nie działo się nic ciekawego. Telewizja nie zdobyła jeszcze popularności, a najważniejszymi nowymi wynalazkami umieszczonymi w kapsule czasu podczas wystawy światowej w Nowym Jorku (1939) były: zegarek z Myszką Miki i maszynka do golenia Gillette. Początek drugiej wojny światowej miał zmienić tę sytuację i doprowadzić do gwałtownego rozwoju nowych technologii, z Vannevarem Bushem u steru.

Ponieważ Bush obawiał się, że amerykańskie siły zbrojne zostają pod względem technologicznym w tyle za rywalami, zmobilizował kierującego Uniwersytetem Harvarda Jamesa Bryanta Conanta i inne osobistości świata nauki, by przekonać prezydenta Roosevelta do powołania National Defense Research Committee (Komitetu Badań do spraw Obronności Narodowej) oraz wojskowego Office of Scientific Research and Development (Biura Badań Naukowych i Rozwoju). Gdy udało się już stworzyć te jednostki, na ich czele stanął właśnie Bush. Z nieodłączną fajką w zębach oraz ołówkiem w dłoni nadzorował projekt Manhattan (którego rezultatem była bomba atomowa) oraz prace nad radarem i systemami obrony przeciwlotniczej.

„Time” określił go w 1944 roku mianem „generała fizyki” i zamieścił na okładce jego portret. Zacytowano również słowa naukowca wypowiedziane przy uderzeniu pięścią o biurko: „Gdybyśmy dziesięć lat temu zatroszczyli się o rozwój technologii wojskowej, przypuszczalnie nie doszłoby do tej cholernej wojny”⁵.

Cechujący się bezpośredniością Bush emanował osobistym ciepłem, co sprawiało, że był wymagającym zwierzchnikiem, ale równocześnie ujmującym człowiekiem. Pewnego razu grupa naukowców wojskowych, poirytowanych jakimiś trudnościami natury formalnej, pojawiła się w jego gabinecie, by złożyć wypowiedzenia. Bush nie potrafił dojść, w czym leży przyczyna tego bałaganu. Później wspominał: „Powiedziałem im po prostu: »Podczas wojny nie składa się wypowiedzeń. Wynoście się stąd i wracajcie do roboty, a ja przyjrę się tej sprawie«”⁶. Podwładni zastosowali się do polecenia. Kierujący MIT Wiesner zauważył później: „[Bush] był mężczyzną o wyrazistych poglądach, które energicznie wyrażał i wcielał w życie; żywił przy tym szacunek dla tajemnic natury, tolerował ludzkie słabości i był otwarty na zmiany”⁷.

Gdy wojna dobiegła końca, Bush sporządził w lipcu 1945 roku raport (na żądanie prezydenta Roosevelta, ale przedstawiony już jego następcy, Harry’emu Trumanowi), w którym opowiadał się za finansowaniem przez państwo badań podstawowych, realizowanych we współpracy z uniwersytetami i przedsiębiorstwami. Bush nadał swojemu opracowaniu poruszający i typowo amerykański tytuł: *Science, the Endless Frontier* („Nauka, bezkresna rubież”). Wstęp do tekstu zasługuje na to, by wracać do niego za każdym razem, gdy politycy grożą zatrzymaniem finansowania prac badawczych koniecznych do powstawania kolejnych innowacji. „Badania podstawowe odkrywają nową wiedzę – napisał Bush. – Zapewniają kapitał naukowy. Tworzą fundusz, z którego potem czerpie się praktyczne zastosowania wiedzy”⁸.

Przedstawiony przez Busha opis, w jaki sposób badania podstawowe tworzą podwaliny praktycznych wynalazków, przeszedł do historii jako „liniowy model innowacji”. Chociaż kolejni historycy nauki próbowali

obalić tę koncepcję, twierdząc, że ignoruje ona skomplikowane zależności między badaniami teoretycznymi a praktyczną implementacją wiedzy, liniowy model innowacji cieszył się powszechnym uznaniem i przyjmowano go za podstawową prawdę. Jak napisał Bush, wojna pokazała „ponad wszelką wątpliwość”, że podstawowa wiedza naukowa – odkrycie fundamentalnych zasad związanych z fizyką jądrową, laserami, informatyką czy radarami – „jest absolutnie niezbędnym elementem bezpieczeństwa narodowego”. Dodał również, że wszystko to ma kluczowe znaczenie w kontekście bezpieczeństwa ekonomicznego Stanów Zjednoczonych. „Nowe produkty i procesy nie pojawiają się we w pełni rozwiniętej formie. Powstają na fundamentach nowych zasad i koncepcji, które są z kolei skrupulatnie opracowywane w toku badań realizowanych w najczystszej domenie nauki. Naród, który polega na innych w poszerzaniu fundamentalnej wiedzy naukowej, zmagając się będzie z powolnym rozwojem przemysłowym i osłabi swoją pozycję w rywalizacji na światowych rynkach handlowych”. Pod koniec swojego raportu Bush wzniosł się na wyżyny poetyckości, wychwalając korzyści wynikające z badań podstawowych: „Przewaga w sferze nauki przekłada się w praktyce na więcej etatów, wyższe płace, krótsze godziny pracy, bardziej obfite plony i więcej wolnego czasu, który można przeznaczyć na rozrywkę, naukę i oswajanie się z życiem bez tej otepiałej harówki, ciężącej zwykłym ludziom w minionych stuleciach”⁹.

W odpowiedzi na raport Busha członkowie Kongresu powołali do życia National Science Foundation (Narodową Fundację Naukową). Początkowo Truman zawetował projekt ustawy, ponieważ zakładała, że osoba kierująca tą instytucją będzie wybierana przez niezależne gremium, a nie przez prezydenta. Bush nakłonił jednak Trumana do zmiany stanowiska, wyjaśniając, że prezydent uchroni się w ten sposób przed szukającymi protekcji politycznej. „Van, powinieneś być politykiem – powiedział mu Truman. – Masz ku temu wrodzone zdolności”. Bush odpowiedział: „Panie prezydencie, a co, u licha, robiłem pańskim zdaniem w tym mieście przez ostatnie pięć czy sześć lat?”¹⁰.

Stworzenie trójkonnego porozumienia między rządem, przemysłem i ośrodkami akademickimi było na swój sposób jedną z istotnych innowacji, które pod koniec XX wieku wywołały rewolucję technologiczną. Departament Obrony i National Science Foundation szybko stały się najważniejszymi instytucjami zapewniającymi finansowanie większości badań podstawowych w Ameryce, wydając na ten cel przez cztery kolejne dekady (od lat pięćdziesiątych do osiemdziesiątych) tyle samo co przemysł prywatny¹. Ta inwestycja okazała się bardzo opłacalna; oprócz internetu powstało dzięki niej wiele filarów powojennej amerykańskiej innowacyjności i dynamicznego rozwoju ekonomicznego¹¹.

Kilka ośrodków badawczych utworzonych przez korporacje działało już przed wojną – przede wszystkim trzeba tu wspomnieć Bell Labs. Jednak gdy na skutek apelu Busha pojawiły się zachęty i kontrakty ze strony rządu, zaczęło również powstawać wiele hybrydowych ośrodków badawczych. Najważniejszymi z nich były: RAND Corporation – organizacja realizująca zlecane przez amerykańskie Siły Powietrzne prace badawcze i rozwojowe (stąd też i nazwa pochodząca od „Research ANd Development” – Badania i Rozwój), Stanford Research Institute i jego filia Augmentation Research Center (Ośrodek Badań Poszerzonych), a także Xerox PARC. Wszystkie miały swój udział w rozwijaniu internetu.

Dwie niezwykle istotne instytucje należące do wspomnianej powyżej kategorii powstały tuż po wojnie w okolicach Cambridge w stanie Massachusetts – były to Lincoln Laboratory, czyli finansowane przez wojsko centrum badawcze związane z MIT, a także Bolt, Beranek and Newman, przedsiębiorstwo badawcze założone i prowadzone przez inżynierów z MIT (i kilku ich kolegów z Harvardu). Z obiema organizacjami współpracował pewien profesor z MIT, który przeciągał samogłoski w sposób charakterystyczny dla osób urodzonych w Missouri, a do tego cechował się wrodzonym talentem w budowaniu zespołów. Jak się okazało, był najważniejszą osobą w procesie tworzenia internetu.

J.C.R. Licklider

Poszukując ojców internetu, najlepiej zacząć od osoby lakonicznego, a jednak niezwykle ujmującego psychologa i technologa z szerokim uśmiechem na twarzy i sceptycznym nastawieniem do świata. Mowa o urodzonym w 1915 roku Josephie Carlu Robnetcie Lickliderze, znanym powszechnie jako Lick. To właśnie on wypromował dwie najważniejsze koncepcje internetu: zdecentralizowane sieci umożliwiające przekazywanie informacji między dowolnymi węzłami, a także interfejsy ułatwiające interakcję w czasie rzeczywistym między człowiekiem a maszyną. Co więcej, Licklider był także założycielem agencji, która sfinansowała sieć ARPANET, a gdy dekadę później stworzono protokoły umożliwiające przekształcenie ARPANET-u w sieć, która z czasem stała się internetem, Lick powrócił na scenę, by wykonać kolejną część pracy. Jak ujął to jeden z jego partnerów i protegowanych Bob Taylor, „on naprawdę był ojcem tego wszystkiego”¹².

Ojciec Licklidera pochodził z biednej wiejskiej rodziny w Missouri; jako dorosły mężczyzna odnosił w St. Louis sukcesy jako agent ubezpieczeniowy, a gdy przyszedł wielki kryzys, został baptystycznym pastorem w niewielkim wiejskim miasteczku. Lick – rozpieszczany jedynak – przerobił swoją sypialnię na wytwórnię modeli samolotów, naprawiał też zdezelowane samochody, korzystając z pomocy matki, która podawała mu narzędzia. Chłopak czuł jednak, że tkwiąc w odizolowanej wiejskiej okolicy, poprzecinanej ogrodzeniami z drutu kolczastego, znajduje się w pułapce.

Uciekł więc stamtąd; najpierw studiował na Washington University w St. Louis, a po uzyskaniu doktoratu z psychoakustyki (nauki o postrzeganiu dźwięków) zaczął pracować w laboratorium psychoakustycznym Uniwersytetu Harvarda. Ponieważ coraz bardziej interesowały go związki pomiędzy psychologią a technologią oraz interakcja ludzkiego umysłu i maszyn, przeniósł się do MIT i założył tam sekcję psychologiczną przy Wydziale Inżynierii Elektrycznej.

Pracując w MIT, Licklider przyłączył się do eklektycznego kręgu inżynierów, psychologów i humanistów skupionych wokół profesora Norberta Wienera – teoretyka, który prowadził badania nad współdziałaniem ludzi i maszyn i ukuł termin „cybernetyka”, nazywając tak naukę o tym, jak dowolny system (od mózgu po artyleryjski układ celowniczy) zdobywa informacje za pośrednictwem komunikacji, kontroli oraz pętli sprzężenia zwrotnego. „Po drugiej wojnie światowej w Cambridge panowała atmosfera niezwykłego fermentu intelektualnego – wspominał Licklider. – Wiener urządzał cotygodniowe spotkania, w których brało udział czterdzieści, czasem pięćdziesiąt osób. Gromadziły się i dyskutowały przez kilka godzin. Byłem gorącym orędownikiem takich działań”¹³.

W przeciwieństwie do części swoich kolegów z MIT Wiener był przekonany, że najbardziej obiecującą ścieżkę w informatyce wytyczają urządzenia dobrze współpracujące z ludzkim umysłem, a nie stworzone po to, by go zastąpić. „Wielu sądzi, że maszyny liczące są substytutem inteligencji i ograniczają potrzebę tworzenia oryginalnych idei – napisał Wiener. – To nieprawda”¹⁴. Im potężniejszy był komputer, tym większe korzyści można było osiągnąć, łącząc go z pomysłowym, kreatywnym ludzkim umysłem. Zwolennikiem takiego podejścia stał się Licklider – później nazwał je „symbiozą człowieka z komputerem”.

Licklider chętnie płatał innym figle, nie był w tym jednak złośliwy. Lubił oglądać filmy krótkometrażowe z serii Three Stooges i jak dziecko zachwycał się komediowymi gagami. Gdy któryś z jego kolegów miał przedstawić prezentację, Licklider potrafił czasem wsunąć do zasobnika projektora slajd z piękną dziewczyną. Podczas pracy nieustannie dodawał sobie energii coca-colą i cukierkami z automatów, rozdawał też swoim dzieciom i studentom batoniki Hershey za każdym razem, gdy sprawiali mu radość. Poświęcał także wiele uwagi swoim doktorantom, których zapraszał na kolacje do swojego domu w Arlington na przedmieściach Bostonu. „Współpraca była dla niego sednem wszystkich działań – stwierdził jego syn Tracy. – Przechadzał się i łączył ludzi w grupki, zachęcając ich do

podejmowania dociekań i rozwiązywania problemów”. To był jeden z powodów, dla których zainteresował się sieciami. „Wiedział, że docieranie do trafnych odpowiedzi wymaga zdalnej współpracy. Uwielbiał wyszukiwać utalentowanych ludzi i tworzyć z nich zespół”¹⁵.

Jego przychylność nie obejmowała jednak osób pretensjonalnych i napuszonych (na wyjątkowe traktowanie mógł liczyć tylko Wiener). Gdy Licklider stwierdzał, że prelegent wygaduje bzdury, wstawał i zaczynał zadawać na pozór niewinne pytania, które w rzeczywistości okazywały się iście szatańskie. Po chwili druga strona uświadamiała sobie, że ktoś właśnie spuścił z niej powietrze, a Licklider siadał na swoim miejscu. „Nie lubił pozerów i samozwańców – wspominał Tracy. – Nigdy nie był złośliwy, ale potrafił przebiegle przebić balon cudzej pretensjonalności”.

Jedną z pasji Licklidera była sztuka. Za każdym razem gdy wyjeżdżał, spędzał wiele godzin w muzeach, czasem ciągnąc za sobą dwójkę swoich dzieci, które nie miały ochoty na takie eskapady. „Dostał na tym punkcie fioła, nigdy nie miał dosyć” – mówił później Tracy. Licklider potrafił spędzić w muzeum pięć i więcej godzin, podziwiając każde pociągnięcie pędzla i analizując to, jak tworzą one całość obrazu. Dociekał też, co dane dzieło mówi o kreatywności. Posiadał instynkt pozwalający dostrzec talent zarówno w świecie sztuki, jak i w królestwie nauki, ale był przekonany, że najłatwiej zauważyć przejawy takich uzdolnień w ich najczystszych formach, takich jak pociągnięcie pędzla u malarza czy melodyczny refren stworzony przez kompozytora. Twierdził, że szukał takich samych przeblysków kreatywności w projektach komputerów i działaniach, które podejmowali inżynierowie sieciowi. „Stał się wykwalifikowanym poszukiwaczem kreatywności. Często dyskutował o tym, co sprawia, że ludzie stają się twórczy. Uważał, że łatwiej to dostrzec u artysty, więc tym bardziej starał się dopatrzeć czegoś takiego w inżynierii, gdzie trudniej jest zauważyć pociągnięcia pędzla”¹⁶.

Co najważniejsze, Licklider był życzliwym człowiekiem. Autor jego biografii Mitchell Waldrop opisał historię związaną z późniejszym okresem kariery naukowca i jego pracą w Pentagonie. Licklider zauważył, że

sprzątaczką podziwia późnym wieczorem reprodukcje dzieł sztuki wiszące w jego gabinecie. Powiedziała mu: „Wie pan, doktorze Licklider, zawsze ociągam się z opuszczeniem pańskiego biura, bo lubię pobyć tu trochę sama i poprzyglądać się obrazom, gdy nic mnie nie goni”. Gdy zapytał ją, które z dzieł podoba jej się najbardziej, wskazała reprodukcję Cézanne’a. Lickliderowi sprawiło to wielką radość, ponieważ było to jego ulubione dzieło. Chwilę później podarował jej tę reprodukcję¹⁷.

Licklider uważał, że dzięki miłości do sztuki dysponuje lepszą intuicją. Był w stanie przetwarzać całą paletę informacji i wychwytywać widoczne w niej wzorce. Kolejną cechą, która miała mu się przydać podczas kompletowania zespołu tworzącego podwaliny internetu, była niespożyta chęć dzielenia się pomysłami – przy czym nie oczekiwał za to uznania. Ego Licklidera było tak utemperowane, że zdawał się on czerpać przyjemność z przekazywania innym swoich idei, nie rościł sobie natomiast praw do koncepcji wynikających z rozmowy. „Mimo znaczącego wpływu na rozwój informatyki Lick zachował skromność – powiedział Bob Taylor. – Najbardziej lubił się śmiać z samego siebie”¹⁸.

Dzielenie czasu i symbioza człowieka z komputerem

Działając w MIT, Licklider współpracował z pionierem sztucznej inteligencji Johnem McCarthyem (to w jego laboratorium hakerzy z Tech Model Railroad Club stworzyli *Spacewar*). Choć w tej dziedzinie prym wiodł McCarthy, obaj naukowcy w latach pięćdziesiątych współpracowali nad rozwiązaniami umożliwiającymi dzielenie czasu pracy komputera.

Gdy ówczesny użytkownik chciał, by komputer wykonał jakieś zadanie, musiał przekazać operatorom urządzenia stos perforowanych kart lub taśmę – przypominało to wręczanie ofiary kapłanom mającym pieczę nad wyrocznią. Ten irytujący proces określany był mianem „przetwarzania wsadowego”. Na wyniki trzeba było czekać kilka godzin lub nawet dni; jeden drobny błąd mógł oznaczać, że trzeba będzie ponownie przekazać technikom karty w celu rozpoczęcia obliczeń od nowa; mogło się też

okazać, że nie uda się dotknąć lub choćby zobaczyć samego komputera.

Dzielenie czasu funkcjonowało na innej zasadzie. Umożliwiało podłączenie wielu terminali do jednego urządzenia o dużej mocy – w ten sposób liczne grono użytkowników mogło bezpośrednio wpisywać polecenia i niemal natychmiast otrzymywać odpowiedzi. Pamięć komputera miała odnotowywać działania wszystkich użytkowników niczym arcymistrz rozgrywający dziesiątki partii szachowych w tym samym czasie, a system operacyjny urządzenia miał zapewniać wielowątkowość i możliwość uruchamiania wielu programów. To gwarantowałoby użytkownikom niezwykle doświadczenie: możliwość nawiązania z komputerem bezpośredniej interakcji, która odbywałaby się w czasie rzeczywistym i przypominałaby rozmowę. „Wyznawaliśmy tu coś na kształt religii, myśląc o tym, jak bardzo ten system będzie się różnił od przetwarzania wsadowego” – powiedział Licklider¹⁹.

To był najważniejszy krok w kierunku bezpośredniego partnerstwa lub symbiozy człowieka z komputerem. „Wynalezienie interaktywnego przetwarzania danych w oparciu o dzielenie czasu było nawet jeszcze ważniejsze niż wynalezienie samego przetwarzania danych – twierdził Bob Taylor. – Przetwarzanie wsadowe przypominało korespondencję listowną, podczas gdy interaktywne przetwarzanie danych można było porównać do zwykłej rozmowy”²⁰.

Znaczenie interaktywnego przetwarzania danych dostrzeżono w Lincoln Laboratory – finansowanym przez wojsko ośrodku badawczym, który powstał w 1951 roku przy MIT, między innymi dzięki zaangażowaniu Licklidera. To właśnie tam Lick stworzył zespół składający się w połowie z psychologów, a w połowie z inżynierów. Grupa ta miała zbadać, co da się zrobić, by ludzie mogli bardziej intuicyjnie komunikować się z komputerami, i jak można by wymieniać informacje za pośrednictwem bardziej przyjaznego interfejsu.

Jednym z zadań postawionych przed Lincoln Laboratory było stworzenie komputerów dla systemu przeciwlotniczego wczesnego ostrzegania i działań odwetowych. Całe rozwiązanie znane było jako SAGE (był to

skrót od „Semi-Automatic Ground Environment”ⁱⁱ⁾) i przewyższało pod względem kosztów oraz liczby zaangażowanych w nie pracowników projekt Manhattan, który doprowadził do stworzenia bomby atomowej. Aby całość mogła działać, system SAGE musiał pozwalać użytkownikom na natychmiastową interakcję z wchodzącymi w jego skład komputerami. W chwili wykrycia wrogiego pocisku lub bombowca zmierzającego do celu nie byłoby już czasu na przetwarzanie wsadowe obliczeń.

System SAGE obejmował dwadzieścia trzy stacje śledzące, które rozlokowano w różnych punktach Stanów Zjednoczonych i połączono liniami telefonicznymi. Cały układ był w stanie przekazywać jednocześnie informacje dotyczące maksymalnie czterystu samolotów poruszających się z dużą prędkością. To wymagało potężnych, interaktywnych komputerów, sieci zdolnych przekazywać ogromne ilości informacji, a także wyświetlaczy, które przedstawiałyby te dane w postaci łatwych do zrozumienia grafik.

Ponieważ Licklider dysponował wiedzą z zakresu psychologii, został poproszony o pomoc w stworzeniu interfejsu użytkownika (czyli tego, co użytkownicy mogli obserwować na ekranie). Naukowiec sformułował zbiór teorii dotyczących rozwijania symbiozy – a więc ścisłej współpracy – która umożliwiłaby ludziom i maszynom połączenie sił podczas rozwiązywania problemów. Szczególnie ważne było znalezienie metod, które pozwoliłyby zaprezentować w graficzny sposób zmieniającą się sytuację. „Chcieliśmy stworzyć rozwiązania, dzięki którym moglibyśmy rejestrować to, co dzieje się w przestrzeni powietrznej w kolejnych sekundach, i rysować ścieżki – nie punkty – oznaczone kolorami, by wiadomo było, które informacje są najnowsze i dokąd zmierza dany obiekt” – wyjaśniał²¹. Losy Ameryki mogły zależeć od tego, czy osoba siedząca przy konsoli zdoła właściwie ocenić dane i czy prawidłowo na nie zareaguje.

Interaktywne komputery, intuicyjne interfejsy oraz sieci służące szybkiemu przekazywaniu danych pokazały, jak mogłaby wyglądać kooperacja ludzi i maszyn, a Licklider wyobrażał sobie rozwiązania, dzięki którym do takiej współpracy mogłoby dochodzić nie tylko w wypadku

systemów przeciwlotniczych. Zaczął mówić o czymś, co (w nawiązaniu do opisanego powyżej SAGE) nazywał „naprawdę mądrym systemem” – miał to być układ łączący nie tylko instalacje przeciwlotnicze, ale również „ośrodki myślące”, które dysponowałyby ogromnymi zasobami wiedzy. Ludzie mieli korzystać z tego rozwiązania za pośrednictwem przyjaznych konsoli graficznych, a Licklider stworzył w ten sposób wizję cyfrowego świata, w którym dziś żyjemy.

Te koncepcje stały się podstawą jednego z najważniejszych artykułów w historii powojennej technologii – pracy *Man-Computer Symbiosis* („Symbioza człowieka z komputerem”), opublikowanej przez Licklidera w 1960 roku. „Istnieje nadzieja, że w niezbyt odległej przyszłości ludzkie umysły i komputery połączy bardzo silna więź – pisał – a będące następstwem tego partnerstwo pozwoli myśleć tak, jak ludzki umysł dotąd nie myślał, i przetwarzać dane inaczej, niż robią to znane nam dziś maszyny do obróbki informacji”. To zdanie warto przeczytać raz jeszcze, ponieważ stało się jedną z doniosłych koncepcji ery cyfrowej²².

Licklider trzymał stronę Norberta Wienera i jego teorii cybernetyki, bazującej na ścisłej współpracy ludzi i maszyn, nie był natomiast zwolennikiem popularnych w MIT idei Marvina Minsky’ego i Johna McCarthy’ego, którzy dążąc do stworzenia sztucznej inteligencji, próbowali budować urządzenia zdolne do samodzielnego zdobywania wiedzy i naśladowania ludzkiej percepcji. Licklider tłumaczył, że rozsądnym celem jest wykreowanie środowiska, w którym ludzie i urządzenia „współpracowaliby podczas podejmowania decyzji”. Innymi słowy obie strony miały się nawzajem wspierać. „Ludzie będą określać cele, formułować hipotezy, ustalać kryteria i dokonywać ocen. Maszyny liczące będą wykonywać schematyczne prace, które trzeba podjąć, by przygotować grunt dla spostrzeżeń i decyzji w dalszym technicznym i naukowym myśleniu”.

Intergalaktyczna Sieć Komputerowa

W miarę jak Licklider łączył swoje zainteresowania dotyczące psychologii i inżynierii, coraz bardziej skupiał uwagę na komputerach. To doprowadziło go do podjęcia w 1957 roku pracy w nowo założonej firmie Bolt, Beranek and Newman (BBN) – instytucji badawczej, która miała korzenie w środowisku akademickim, przyjmowała komercyjne zlecenia, miała siedzibę w Cambridge i zatrudniała wielu znajomych Licklida. Podobnie jak miało to miejsce w Bell Labs w okresie, w którym wynaleziono tranzystor, w BBN udało się zgromadzić wyjątkową grupę fachowców obdarzonych rozmaitymi talentami – do tego grona należeli teoretycy, inżynierowie, technicy, informatycy, psychologowie oraz pułkownik armii Stanów Zjednoczonych²³.

Jednym z zadań Licklida w BBN było kierowanie zespołem, który miał ustalić, w jaki sposób komputery mogłyby odmienić oblicze bibliotek. Raport końcowy *Libraries of the Future* („Biblioteki przyszłości”) powstał podczas konferencji w Las Vegas i został podyktowany przez Licka podczas pięciogodzinnego posiedzenia na basenie²⁴. Tekst zgłębiał potencjał „urządzeń i technik bezpośredniej interakcji człowieka i komputera” – koncepcji, która zwiastowała narodziny internetu. Licklider przewidział stworzenie ogromnej bazy informacji, która byłaby doglądana i oczyszczana ze zbędnych treści, dzięki czemu „nie stanie się zbyt rozproszona, przytłaczająca lub nierzetelna”.

W barwnym fragmencie swojego tekstu naukowiec przedstawił fikcyjny scenariusz opisujący sytuację, w której zadaje urządzeniu pytania. Wyobraził sobie działania podjęte przez urządzenie: „Podczas weekendu pozyskało ponad 10 tysięcy dokumentów, przeskanowało je w poszukiwaniu fragmentów zawierających istotne treści, przeanalizowało interesujące ustępy, formułując zdania zapisane w języku rachunku predykatów wyższych rzędów, po czym wprowadziło te twierdzenia do bazy danych”. Licklider uświadomił sobie, że opisane przez niego podejście może zostać z czasem wyparte przez inne metody. „Jestem pewien, że nim nadejdzie 1994 rok, będzie można zastosować bardziej wyszukane rozwiązania” – napisał, wybiegając trzydzieści lat w przyszłość²⁵. Jego

słowa okazały się nadzwyczaj prorocze. W 1994 roku powstały pierwsze wyszukiwarki analizujące zawartość stron internetowych, WebCrawler i Lycos, a niewiele później dołączyły do nich konkurencyjne rozwiązania – Excite, Infoseek, AltaVista i Google.

Licklider przewidział również coś, co szczęśliwie okazało się prawdą, choć było sprzeczne z podszeptami intuicji: cyfrowe informacje nie wyparły całkowicie druku. „Zadrukowana kartka papieru jest znakomitym środkiem umożliwiającym prezentowanie danych – napisał. – Zapewnia wystarczającą rozdzielczość, by sprostać wymaganiom ludzkiego oka. Przekazuje porcję informacji, która jest w stanie zająć czytelnika na określony czas. Zapewnia ogromną elastyczność w kwestii kroju pisma i stosowanego formatu. Pozwala czytelnikowi kontrolować sposób i prędkość zapoznawania się z informacjami. Jest mała, lekka, można ją przenieść, przyciąć, przyczepić, przykleić lub powielić, a na dodatek jest jednorazowa i niedroga”²⁶.

W październiku 1962 roku Licklider (nadal zajmujący się projektem *Libraries of the Future*) został zatrudniony w Waszyngtonie, dokąd oddelegowano go na stanowisko szefa komórki, która miała się zająć przetwarzaniem danych i stać się częścią Advanced Research Projects Agency (Agencji Zaawansowanych Projektów Badawczych), znanej wówczas jako ARPAⁱⁱⁱ i działającej przy Departamencie Obrony. ARPA miała korzenie w Pentagonie i mogła finansować badania podstawowe realizowane przez uniwersytety oraz ośrodki badawcze należące do firm – działania takie były jedną z wielu metod stosowanych przez rząd w celu wprowadzania w życie wizji Vannevara Busha. Powstanie agencji miało jednak bardziej bezpośrednią przyczynę. 4 października 1957 roku Rosjanie wystrzelili w kosmos Sputnika, pierwszego sztucznego satelitę. Od tej chwili każdej nocy o przedstawianym przez Busha związku nauki z obronnością przypominał migoczący na niebie punkcik. Gdy Amerykanie mrużyli oczy, by go dostrzec, uświadamiali sobie, że Bush ma rację: naród, który zainwestuje w najlepsze zaplecze naukowe, będzie mógł produkować

najlepsze rakiety i satelity. Przez kraj przetoczyła się zrozumiała fala powszechnej paniki.

Prezydent Eisenhower lubił naukowców. Podobały mu się ich kultura, sposób myślenia oraz zdolność zachowania racjonalnego podejścia i dystansu do ideologii. „Umiłowanie wolności oznacza konieczność stania na straży wszelkich zasobów, dzięki którym może ona istnieć – do tej kategorii zalicza się zarówno nienaruszalność naszych rodzin i bogactwo naszej ziemi, jak i geniusz naszych naukowców” – zadeklarował podczas swojego przemówienia inauguracyjnego. Organizował w Białym Domu kolacje dla naukowców przypominające przyjęcia dla artystów, urządzone później przez państwa Kennedych, zgromadził również wokół siebie w roli doradców wielu badaczy.

Sputnik był dla Eisenhowera okazją, by sformalizować swoją przychylność dla naukowców. Niecałe dwa tygodnie po tym, jak Rosjanie umieścili satelitę na orbicie, prezydent Stanów Zjednoczonych zgromadził piętnastu czołowych doradców naukowych współpracujących z agencją Office of Defense Mobilization (Biuro Mobilizacji Obronnej). Jak wspominał bliski współpracownik Eisenhowera Sherman Adams, prezydent poprosił gości, „by powiedzieli mu, jakie miejsce badania naukowe zajmują w strukturze władz federalnych”²⁷. Eisenhower spotkał się później przy śniadaniu z Jamesem Killianem, który kierował wówczas MIT, i zaoferował mu etat prezydenckiego doradcy naukowego²⁸. Killian wspólnie z sekretarzem obrony opracował plan, który został ogłoszony w styczniu 1958 roku i przewidywał stworzenie w Pentagonie Advanced Research Projects Agency. Jak napisał historyk Fred Turner, „ARPA stanowiła rozwinięcie nastawionej na obronność współpracy, która narodziła się między wojskiem a ośrodkami uniwersyteckimi podczas drugiej wojny światowej”²⁹.

Wchodząca w skład agencji ARPA komórka, którą miał kierować Licklider, nosiła nazwę Command and Control Research (Badania z zakresu Dowództwa i Kontroli) i miała zajmować się wdrażaniem interaktywnych komputerów w usprawnianie przepływu informacji. W tym samym okresie

rozpoczęły się też poszukiwania osoby, która pokierowałaby grupą badawczą zgłębiającą czynniki psychologiczne wpływające na podejmowanie decyzji w wojsku. Licklider utrzymywał, że te dwa zagadnienia należałoby ze sobą połączyć. „Zacząłem elokwentnie wyłuszczać swój pogląd, zgodnie z którym problemy związane z dowodzeniem i kierowaniem są zasadniczo następstwem problemów w interakcji między człowiekiem a komputerem” – wspominał później³⁰. Zgodził się objąć obydwie te stanowiska i przemianował nazwę połączonej grupy na Information Processing Techniques Office, IPTO (Biuro Technik Przetwarzania Informacji).

Licklider posiadał mnóstwo ciekawych pasji i pomysłów – do najważniejszych z nich można zaliczyć koncepcje dzielenia czasu, interakcji w czasie rzeczywistym oraz dążenie do stworzenia interfejsów wspomagających symbiozę człowieka z urządzeniem. Wszystkie te elementy składały się na jeden prosty pomysł: sieć. Ze swoim ironicznym poczuciem humoru zaczął określać tę wizję „świadomie pompatycznym” mianem „Intergalaktycznej Sieci Komputerowej”³¹. W kwietniu 1963 roku Licklider sporządził notatkę adresowaną do „członków i jednostek stowarzyszonych” tej wyimaginowanej sieci i wyznaczającą cele: „Rozważmy sytuację, w której połączono ze sobą kilka różnych ośrodków. [...] Czyż nie byłoby pożądane – lub wręcz konieczne – żeby wszystkie one ustaliły jakiś wspólny język lub konwencję służącą zadawaniu pytań w rodzaju: »Jakiego języka używasz?«”³².

Bob Taylor i Larry Roberts

Inaczej niż wielu partnerów, którzy przyczynili się do rozwoju epoki cyfrowej, Bob Taylor i Larry Roberts nigdy nie byli przyjaciółmi – ani przed podjęciem pracy w IPTO, ani później. Przeciwnie, po latach każdy z nich zawzięcie umniejszał dokonania drugiego. „Larry twierdzi, że sam stworzył sieć, co jest całkowitą nieprawdą – skarżył się Taylor w 2014 roku. – Nie wierzcie jego słowom. Żał mi go”³³. Roberts twierdzi z kolei, że

Taylor jest rozgoryczony, ponieważ nie ma na koncie żadnych sukcesów: „Nie wiem, co jeszcze oprócz zatrudnienia mnie można by było uznać za jego zasługę. To jedyna istotna rzecz zrobiona przez Boba”³⁴.

W ciągu czterech lat wspólnej pracy w ARPA w latach sześćdziesiątych Taylor i Roberts dobrze się jednak uzupełniali. Taylor nie był błyskotliwym naukowcem; nie mógł się nawet poszczycić doktoratem. Miał jednak przyjacielskie usposobienie, posiadał dar przekonywania i przyciągał talenty. Roberts był z kolei poważnym inżynierem, cechującym się obcesowymi manierami graniczącymi z szorstkością, miał także w zwyczaju mierzyć stoperem czas potrzebny do przebycia różnymi drogami odległości między różnymi biurami w rozległym Pentagonie. Nie cieszył się sympatią kolegów, ale często wzbudzał ich respekt. Jego szorstkie, bezpośrednie podejście sprawiało, że był kompetentnym zwierzchnikiem, nawet jeżeli podwładni go nie kochali. Taylor pochlebiał ludziom, podczas gdy Roberts robił na nich wrażenie swoim intelektem.

Bob Taylor urodził się w 1932 roku w domu samotnej matki w Dallas, został wysłany pociągiem do sierocińca w San Antonio, a jako czterotygodniowy noworodek został adaptowany przez wędrownego metodystycznego pastora i jego żonę. Rodzina co kilka lat przenosiła się w nowe miejsce, przeprowadzając się między miastami, takimi jak Uvalde, Ozona, Victoria, San Antonio i Mercedes³⁵. Jak twierdził Taylor, takie dzieciństwo odcisnęło na jego osobowości dwa ślady. Podobnie jak w wypadku Steve’a Jobsa, który również został adoptowany, rodzice Taylora nieustannie podkreślali, że został „specjalnie wybrany”. Jak żartował, „wszyscy inni rodzice muszą się pogodzić z tym, co dostaną, a ja zostałem wybrany. To przypuszczalnie dało mi niezасłużone poczucie pewności siebie”. Przy okazji kolejnych przeprowadzek musiał się też raz za razem uczyć, jak tworzyć nowe więzi, przyswajając panujący lokalnie dialekt i znajdować swoje miejsce w małomiasteczkowym łańdźie społecznym. „Za każdym razem musisz zdobyć nowych przyjaciół i uporać się z nowym zestawem uprzedzeń”³⁶.

Taylor studiował psychologię eksperymentalną w Southern Methodist University, służył w marynarce wojennej, a potem ukończył studia licencjackie i magisterskie na Uniwersytecie Tekszańskim. Podczas przygotowywania artykułu z psychoakustyki stanął przed koniecznością przekazania uniwersyteckiemu centrum obliczeniowemu zebranych przez siebie danych, które zostały zapisane na kartach perforowanych i były przetwarzane wsadowo. „Musiałem nosić stosy kart, które były przetwarzane przez wiele dni, a potem dowiadywałem się, że na karcie numer 653 lub w innym miejscu jest jakiś zbędny przecinek i trzeba będzie zrobić wszystko od nowa – stwierdził. – To mnie irytowało”. Uświadomił sobie, że da się to zrobić lepiej, gdy przeczytał publikację Licklidera na temat interaktywnych maszyn i symbiozy człowieka z komputerem. To było dla Taylora objawienie. Jak później wspominał, powiedział wówczas do siebie: „Tak, to właśnie w ten sposób powinno to wyglądać!”³⁷.

Taylor wykładał najpierw w prywatnej szkole średniej przygotowującej do studiów wyższych, potem przeniósł się do przedsiębiorstwa zbrojeniowego działającego na Florydzie, a po jakimś czasie dostał etat w siedzibie NASA w Waszyngtonie, gdzie nadzorował badania dotyczące wyświetlaczy stosowanych w symulatorach lotu. Licklider kierował wówczas grupą Information Processing Techniques Office działającą w agencji ARPA i zainicjował szereg regularnych spotkań z innymi zatrudnianymi przez rząd naukowcami realizującymi podobne zadania. Gdy Taylor pokazał się tam pod koniec 1962 roku, Licklider zaskoczył go swoją znajomością jego pracy na temat psychoakustyki napisaną na Uniwersytecie Tekszańskim (promotor Taylora był przyjacielem Licklidera). „To niesamowicie mi pochwaliło – wspominał Taylor. – Od tego czasu zostałem wielbicielem i naprawdę dobrym przyjacielem Licka”.

Taylor i Licklider jeździli czasem wspólnie na konferencje, jeszcze bardziej zacieśniając przyjaźń. W 1963 roku podczas podróży do Grecji Licklider zabrał Taylora do jednego z muzeów w Atenach i zademonstrował mu swoją technikę analizowania pociągnięć pędzla, polegającą na przyglądaniu się obrazowi przez zmrużone oczy. Późnym wieczorem tego

samego dnia Taylor został zaproszony przez muzyków grających w tawernie, by usiadł razem z nimi i nauczył ich piosenek Hanka Williamsa³⁸.

W przeciwieństwie do niektórych inżynierów zarówno Licklider, jak i Taylor rozumieli czynniki ludzkie; obydwoj mieli wykształcenie psychologiczne, potrafili nawiązywać kontakt i czerpali radość z obcowania z dziełami sztuki oraz muzyką. Choć Taylor bywał porywczy, a Licklider miał łagodniejszy charakter, obydwoj uwielbiali pracować z innymi, okazywać życzliwość i rozwijać talenty. Dzięki zamiłowaniu do współdziałania z ludźmi oraz świadomości kryjących się za nim reguł obaj świetnie nadawali się do projektowania interfejsów łączących istoty ludzkie i maszyny.

Gdy Licklider odszedł z IPTO, grupą zaczął tymczasowo kierować jego dotychczasowy zastępca, Ivan Sutherland. Pod wpływem nacisków Licka Taylor przeniósł się z NASA do IPTO i został prawą ręką Sutherlanda. Taylor był jedną z nielicznych osób zdających sobie sprawę z tego, że informatyka może być bardziej ekscytująca niż program podboju kosmosu. Gdy w 1966 roku Sutherland złożył wypowiedzenie i otrzymał profesurę na Harvardzie, nie wszyscy uważali Taylora za najlepszego kandydata na szefa grupy – nie miał tytułu doktora i nie był informatykiem; ostatecznie jednak otrzymał posadę.

Trzy rzeczy w IPTO zaskoczyły Taylora. Po pierwsze, każdy z uniwersytetów i ośrodków badawczych związanych kontraktami z agencją ARPA chciał mieć u siebie najnowsze komputery dysponujące największymi możliwościami. Było to nieekonomiczne i prowadziło do duplikowania maszyn. Bywało tak, że w Salt Lake City stał komputer generujący grafikę, a urządzenie używane na Stanfordzie przetwarzało dane, więc naukowiec, który potrzebował zmierzyć się z obydwojoma tymi zadaniami, musiał podróżować samolotem między tymi ośrodkami lub poprosić IPTO o kupno kolejnego komputera. Dlaczego zatem nie połączyć poszczególnych jednostek w sieć, dzięki której różne urządzenia mogłyby dzielić czas? Po drugie, podczas podróży, których celem były rozmowy

z młodymi naukowcami, Taylor odkrył, że uczeni działający w jednym miejscu są żywo zainteresowani badaniami prowadzonymi w innych instytucjach. Szef IPTO uświadomił sobie, że warto by było stworzyć między tymi ośrodkami elektroniczne łącza, dzięki którym wszyscy mogliby łatwiej dzielić się informacjami. Po trzecie, Taylor był zaskoczony tym, że w jego biurze w Pentagonie stały trzy terminale – każdy z innym zestawem haseł i poleceń – podłączone do różnych centrów komputerowych sfinansowanych przez agencję ARPA. „Przecież to głupie – pomyślał. – Powinienem mieć możliwość uzyskania dostępu do każdego z tych systemów z jednego terminala”. Jak sam powiedział, konieczność używania trzech terminali „doprowadziła do objawienia”³⁹. Wszystkie trzy przedstawione tu problemy można było rozwiązać, tworząc sieć transmisji danych, która połączyłaby ośrodki badawcze i stanowiłaby realizację marzenia Licklidera o Intergalaktycznej Sieci Komputerowej.

Taylor udał się do sektora E w Pentagonie, by spotkać się ze swoim przełożonym Charlesem Herzfeldem, któremu podlegała cała ARPA. Obdarzony nosowym teksańskim akcentem Taylor wiedział, jak oczarować Herzfelda, który pochodził z Wiednia, skąd musiał wyjechać. Taylor nie przygotował żadnej prezentacji ani notatek, zamiast tego rozpoczął pełną optymizmu przemowę. Sieć sfinansowana – i wprowadzona jako coś obowiązkowego – przez instytucję taką jak ARPA pozwoliłaby ośrodkom badawczym dzielić się zasobami obliczeniowymi i podejmować współpracę przy różnych projektach, a Taylor mógłby się pozbyć dwóch terminali stojących w jego biurze.

„Świetny pomysł – powiedział Herzfeld. – Wprowadź go w życie. Ile pieniędzy potrzebujesz?”. Taylor przyznał, że samo zorganizowanie projektu może pochłonąć milion dolarów. „Załatwione” – odparł Herzfeld. Zmierzając z powrotem do swojego biura, Taylor spojrzał na zegarek. „Jezu – powiedział do siebie. – To zajęło mi tylko dwadzieścia minut”⁴⁰.

Do tej historii Taylor często wracał w wywiadach, pojawia się ona również w innych ustnych przekazach. Opowieść spodobała się Herzfeldowi, ale po jakimś czasie zwrócił uwagę, że może być trochę

myląca. „Nie wspomina ona o tym, że razem z Taylorem i Lickliderem analizowałem to zagadnienie od trzech lat – stwierdził. – Uzyskanie ode mnie miliona dolarów nie było trudne, ponieważ byłem w pewnym sensie przygotowany na to, że Taylor w końcu poprosi o te pieniądze”⁴¹. Taylor to potwierdził, po czym dodał do tej historii własne uzupełnienie: „Tym, co naprawdę sprawiło mi przyjemność, był fakt, że Charlie przesunął te pieniądze ze środków, które miały zostać przeznaczone na system obrony rakietowej, co było moim zdaniem najgłupszym i najniebezpieczniejszym pomysłem”⁴².

Taylor potrzebował na tym etapie kogoś, kto pokierowałby projektem, i to właśnie w ten sposób na scenie pojawił się Larry Roberts. Przekazanie mu tego zadania było oczywistym wyborem.

Roberts sprawiał wrażenie osoby stworzonej do tego, by pomagać przy tworzeniu internetu. Jego rodzice byli doktorami nauk chemicznych, a dorastający niedaleko Yale Larry zbudował od podstaw telewizor, cewkę Tesli^{iv}, krótkofalówkę i system telefoniczny. Roberts poszedł na Wydział Inżynierii w MIT, gdzie zrobił studia licencjackie, magisterskie i doktoranckie. Publikacje Licklidera dotyczące symbiozy człowieka z komputerem zrobiły na Robertsie tak duże wrażenie, że podjął pracę w Lincoln Laboratory jako podwładny słynnego naukowca, a po jakimś czasie został jego protegowanym i zaczął zajmować się dzieleniem czasu, sieciami i interfejsami. Jeden z eksperymentów Roberta przeprowadzonych w Lincoln Laboratory polegał na połączeniu dwóch oddalonych od siebie komputerów (działania zostały sfinansowane przez Boba Taylora z ARPA). „Licklider zainspirował mnie swoją wizją łączenia komputerów w sieć – wspominał Roberts – a ja postanowiłem, że to będzie moja praca”.

Roberts z uporem odrzucał jednak propozycje Taylora, który zapraszał go do Waszyngtonu i chciał zrobić swoim zastępcą. Roberts lubił swoją pracę w Lincoln Laboratory i nie darzył Taylora zbyt wielkim szacunkiem. Było jeszcze coś, z czego aktualny szef IPTO nie zdawał sobie sprawy: rok

wcześniej Robertsowi zaoferowano posadę zajmowaną obecnie przez Taylora. „Gdy Ivan [Sutherland] odchodził, zaproponował mi, żebym pokierował działaniami IPTO jako kolejny dyrektor, ale to było stanowisko menedżerskie, a ja wolałem zajmować się badaniami” – powiedział. Ponieważ w przeszłości Roberts odrzucił posadę dyrektora, nie miał teraz zamiaru przyjąć posady zastępcy Taylora. „Zapomnij – powiedział nowemu szefowi IPTO. – Jestem zajęty. Dobrze się bawię, prowadząc te fantastyczne badania”⁴³.

Za oporem Roberta kryła się jeszcze jedna kwestia, którą Taylor był w stanie wyczuć. „Larry ukończył MIT i miał tytuł doktorski, a ja studiowałem w Teksasie i byłem tylko magistrem – wspominał później Taylor. – Podejrzywałem, że to dlatego nie chce być moim podwładnym”⁴⁴.

Taylor był jednak sprytnym i upartym Teksańczykiem. Jesienią 1966 roku zwrócił się do Herzfelda: „Charlie, czy ARPA nie zapewnia przypadkiem pięćdziesięciu jeden procent budżetu Lincoln Laboratory?”. Herzfeld potwierdził, a Taylor ciągnął: „Dobrze wiesz, że zamierzam zrealizować tę inicjatywę dotyczącą sieci, mam jednak problem ze ściągnięciem tu kogoś, komu chciałbym powierzyć stanowisko kierownika tego projektu, a ten ktoś pracuje w Lincoln Laboratory”. Taylor zasugerował, że Herzfeld mógłby zadzwonić do szefa laboratorium i powiedzieć mu, iż w jego interesie leży przekonanie Roberta do przyjęcia propozycji IPTO. To było iście teksańskie podejście do załatwiania spraw – coś, co doceniłby ówczesny prezydent Lyndon Johnson. Kierownik laboratorium nie był głupcem. „Najprawdopodobniej będzie najlepiej dla nas wszystkich, jeśli rozważysz przyjęcie tej propozycji” – powiedział Robertsowi po rozmowie z Herzfeldem.

W grudniu 1966 roku Larry Roberts podjął zatem pracę w agencji ARPA. „Szantażem zmusiłem Larry’ego Roberta do czegoś, co zapewniło mu sławę” – twierdził później Taylor⁴⁵.

Gdy Roberts przeprowadził się w okresie Bożego Narodzenia do Waszyngtonu, razem z żoną mieszkał przez kilka tygodni u Taylora, szukając w tym czasie jakiegoś lokum. Nawet jeżeli Larry’emu i Bobowi

nie było pisane zostać bliskimi kumplami, ich relacje cechowała serdeczność i profesjonalizm, przynajmniej w okresie, w którym pracowali w ARPA⁴⁶.

Roberts nie był tak genialny jak Licklider, tak ekstrawertyczny jak Taylor ani tak kongregacjonalistyczny jak Bob Noyce. Taylor opisał go kiedyś słowami: „Larry jest zimny jak ryba”⁴⁷. Roberts mógł się jednak pochwalić inną niezwykle ważną cechą, która przydawała się we wzbudzaniu grupowej kreatywności oraz w zarządzaniu zespołem: był stanowczy. Co ważniejsze, jego zdecydowanie nie bazowało na emocjach lub faworyzowaniu konkretnych osób, ale na racjonalnej i dogłębnej analizie istniejących opcji. Jego koledzy szanowali jego decyzje nawet wówczas, gdy się z nimi nie zgadzali, ponieważ były one jasne, rzeczowe i sprawiedliwe. To była jedna z korzyści wynikających z kierowania projektem przez prawdziwego inżyniera produktu. Ponieważ Roberts nie czuł się dobrze jako zastępca Taylora, zdołał wypracować porozumienie z Charliem Herzfeldem, któremu podlegała cała ARPA, i został mianowany kierownikiem naukowym agencji. „W ciągu dnia zajmowałem się kontraktami, a nocami prowadziłem swoje badania związane z siecią” – wspominał później⁴⁸.

Taylor był z kolei dowcipny i towarzyski, czasem aż do przesady. „Jestem otwartym człowiekiem” – przyznawał. Co roku organizował konferencję, na którą zapraszano naukowców z instytucji finansowanych przez ARPA, oraz drugi podobny zjazd gromadzący najzdolniejszych doktorantów współpracujących z agencją. Tego rodzaju kongresy odbywały się zwykle w miejscach gwarantujących dobrą zabawę – w Park City, Utah czy w Nowym Orleanie. Każdy z zaproszonych naukowców wygłaszał prezentację, a potem wszyscy zgromadzeni mogli zasypać prelegenta pytaniami i sugestiami. To była metoda, dzięki której Taylor mógł poznać wschodzące gwiazdy z całego kraju i przyciągnąć talenty, co przydało mu się w późniejszym okresie, gdy podjął pracę w Xerox PARC. Takie podejście ułatwiło mu również zrealizowanie jednego z najważniejszych zadań związanych z budowaniem sieci, czyli nakłonienie wszystkich

uczestników projektu do zaakceptowania tego pomysłu.

ARPANET

Taylor wiedział, że musi przekonać do koncepcji dzielenia czasu ludzi, którym to rozwiązanie miało się przydać, a mianowicie naukowców pracujących dzięki grantom ARPA. Zaprosił ich zatem w kwietniu 1967 roku na spotkanie na Uniwersytecie Michigan, gdzie Roberts zaprezentował plan działań. Ośrodki wyposażone w komputery powinny zostać połączone dzierżawionymi liniami telefonicznymi. Roberts opisał dwie możliwe architektury: w grę wchodził scentralizowany system z jednym głównym komputerem, który zostałby umieszczony na przykład w Omaha i przekazywał dalej wszystkie informacje, bądź układ przypominający pajęczynę lub mapę samochodową z krzyżującymi się liniami łączącymi poszczególne punkty. Roberts i Taylor zaczęli się skłaniać do tego drugiego rozwiązania, gdyż teoretycznie zapewniało większe bezpieczeństwo. Informacje mogłyby być przekazywane pomiędzy kolejnymi węzłami, aż wreszcie dotarłyby do celu.

Wielu uczestników spotkania z niechęcią podchodziło do pomysłu przyłączania się do sieci. „Uniwersytety z zasady nie chciały się z nikim dzielić swoimi komputerami – powiedział Roberts. – Zależało im na tym, by kupić takie urządzenia, a następnie ukryć je gdzieś w kącie”⁴⁹. Placówki naukowe nie chciały też, by cenny czas obliczeniowy ich komputerów był trwoniony na kierowanie przepływem informacji, co stanowiło następstwo przyłączenia się do sieci. Pierwszymi osobami, które sprzeciwiły się koncepcji Roberta, byli Marvin Minsky z Laboratorium Sztucznej Inteligencji działającego przy MIT oraz jego były kolega John McCarthy, który przeniósł się do Stanfordu. Utrzymywali, że ich komputery już teraz są wykorzystywane do granic możliwości. Dlaczego mieliby pozwalać na korzystanie z zasobów tych urządzeń komuś innemu? Za dodatkowy problem uznali konieczność zmagania się z ruchem sieciowym generowanym przez obce komputery, komunikujące się w nieznanym

języku. „Obydwaj narzekali, że tracą w ten sposób moc obliczeniową. Oznajmili również, że nie chcą brać udziału w tym projekcie – wspominał Taylor. – Powiedziałem im, że nie mają innego wyjścia, ponieważ takie rozwiązanie pozwoli mi ograniczyć o dwie trzecie wydatki związane z kupowaniem komputerów”⁵⁰.

Taylor był przekonujący, a Roberts – wytrwały. Przypomnieli również uczestnikom spotkania, że wszyscy korzystają z dotacji ARPA. „Zbudujemy sieć, a wy weźmiecie udział w tym projekcie – stwierdził stanowczo Roberts. – Podłączycie również do tego systemu swoje urządzenia”⁵¹. Ośrodki badawcze miały otrzymać środki na zakup nowych komputerów dopiero po podłączeniu do sieci posiadanych już urządzeń.

Idee często są następstwem wymiany poglądów podczas spotkań. Jedna z nich pojawiła się pod koniec zjazdu w Michigan i to właśnie ona pomogła przełamać opór przeciwników sieci. Narodziła się w umyśle Wesa Clarka, który stworzył w Lincoln Laboratory komputer osobisty nazwany LINC. Do kręgu zainteresowań Clarka należały przede wszystkim komputery przeznaczone dla użytkowników indywidualnych, a nie promowanie koncepcji dzielenia czasu dużych komputerów; nie skupiał się więc zbytnio na tym ostatnim zagadnieniu. Gdy spotkanie dobiegało końca, Clark uświadomił sobie jednak, dlaczego tak trudno przekonać ośrodki badawcze do zaakceptowania pomysłu stworzenia sieci. „Pamiętam, że tuż przed tym, jak się rozstaliśmy, nagle dotarło do mnie, w czym tkwi sedno problemu – powiedział. – Przekazałem Larry’emu notkę, w której napisałem, że wydaje mi się, iż znalazłem rozwiązanie”⁵². Gdy naukowcy jechali na lotnisko wynajętym samochodem kierowanym przez Taylora, Clark przedstawił swoją koncepcję Robertowi i dwóm innym kolegom: chodziło o to, by ARPA nie forsowała rozwiązania, które wymuszałoby kierowanie przepływem danych w sieci za pomocą komputerów badawczych pracujących w poszczególnych ośrodkach. Zamiast tego ARPA powinna zaprojektować i przekazać każdej z tych instytucji ustandaryzowany mikrokomputer, który przejąłby ten obowiązek. Duże urządzenia badawcze musiałyby w takiej sytuacji zrealizować tylko jedno proste zadanie

polegające na nawiązaniu połączenia z dostarczaniem przez agencję mikrokomputerem, który zarządzałby przesyłaniem danych. Takie rozwiązanie miało trzy zalety: minimalizowało obciążenie jednostki centralnej działającej w danym środku, dawało agencji możliwość ustandaryzowania sieci, a oprócz tego sprawiało, że proces przekazywania danych nie był realizowany przez kilka dużych centrów, ale nabierał całkowicie rozproszonego charakteru.

Taylor od razu zaakceptował ten pomysł. Roberts zadał kilka pytań, po czym też przychylił się do tej koncepcji. Działaniem sieci miały zarządzać zgodnie z sugestią Clarka standaryzowane minikomputery, którym nadano wkrótce miano „Interface Message Processor”, czyli IMP (Procesor Wiadomości Interfejsu). Później nazwano je po prostu routerami.

Gdy panowie dotarli na lotnisko, Taylor zapytał, kto ma wytwarzać jednostki IMP. Clark stwierdził, że to oczywiste: to zadanie powinno przypaść w udziale działającej w Cambridge firmie Bolt, Beranek and Newman, w której pracował Licklider. Jedną z osób obecnych w samochodzie był jednak Al Blue, który odpowiadał za to, by ARPA przestrzegała przepisów. Przypomniął całej grupie, że dostawcę trzeba będzie wybrać w drodze przetargu zgodnie z federalnymi zasadami dotyczącymi zawierania kontraktów⁵³.

Podczas kolejnej konferencji, która odbyła się w październiku 1967 roku w Gatlinburgu w stanie Tennessee, Roberts przedstawił zmodyfikowany plan sieci. Nadał jej również nazwę, ARPA Net, którą później przekształcono w ARPANET. Jedna kwestia pozostawała jednak nierozstrzygnięta: czy komunikacja między dwoma punktami sieci będzie wymagała połączenia ich dedykowaną dla nich linią, tak jak wyglądało to w wypadku rozmów telefonicznych? A może istniała jakaś praktyczna metoda, dzięki której wiele strumieni danych mogłoby korzystać z tych samych łącz wzorem systemu dzielenia czasu stosowanego w liniach telefonicznych? Parametry takiej sieci służącej przesyłaniu danych zostały przedstawione wcześniej w tym samym miesiącu przez komitet działający

przy Pentagonie.

To właśnie wtedy głos zabrał młody inżynier z Wielkiej Brytanii, Roger Scantlebury, który wygłosił referat opisujący badania swojego przełożonego Donalda Daviesa z brytyjskiego National Physical Laboratory. Scantlebury w swoim wystąpieniu udzielił odpowiedzi na postawione powyżej pytania: była nią metoda podziału komunikatów na niewielkie jednostki, które Davies nazwał „pakietami”. Scantlebury dodał również, że ta sama koncepcja była rozwijana niezależnie przez innego naukowca, Paula Barana działającego w RAND. Po tej prelekcji Larry Roberts i inni badacze zebrali się wokół Scantlebury’ego, by dowiedzieć się czegoś więcej, a następnie udali się do baru, gdzie do późna dyskutowali nad zagadnieniem.

Komutacja pakietów: Paul Baran, Donald Davies i Leonard Kleinrock

Istnieje wiele metod przesyłania danych w sieci. Najprostsza, znana jako komutacja łączy, jest wykorzystywana przez systemy telefoniczne: zestaw przełączników tworzy dedykowany obwód dla sygnałów, które wędrują w dwóch kierunkach przez czas trwania rozmowy, a połączenie pozostaje aktywne nawet podczas długich przerw. Innym sposobem przekazywania informacji jest komutacja wiadomości, nazywana przez telegrafistów metodą „store and forward” („przechowaj i podaj dalej”). W wypadku takiego rozwiązania wiadomość opatrywana jest nagłówkiem zawierającym adres, a następnie wprowadzana do sieci, w której wędruje od węzła do węzła, zmierzając do celu.

Jeszcze skuteczniejszym sposobem przesyłania danych jest komutacja pakietów, szczególna odmiana metody store and forward, wymuszająca podział wiadomości na mniejsze jednostki, które mają identyczny rozmiar, zwą się pakietami i opatrzone są nagłówkami adresowymi z informacją, dokąd mają dotrzeć. Pakiety są następnie wysyłane za pośrednictwem sieci

do punktu docelowego; są przy tym przekazywane z węzła do węzła i wykorzystują dostępne w danej chwili połączenia. Jeżeli jakieś łącze jest nadmiernie obciążone i zaczyna się zapychać, niektóre pakiety zostaną przekierowane i powędrują inną drogą. Gdy wszystkie dotrą już do węzła docelowego, łączy się je w całość na podstawie informacji zawartych w nagłówkach. „Przypomina to podzielenie długiego listu na dziesiątki ponumerowanych pocztówek wysłanych na ten sam adres – wyjaśnił kiedyś Vint Cerf, jeden z pionierów internetu. – Każda z tych kartek może dotrzeć do celu inną drogą, a potem łączone są w jedną całość”⁵⁴.

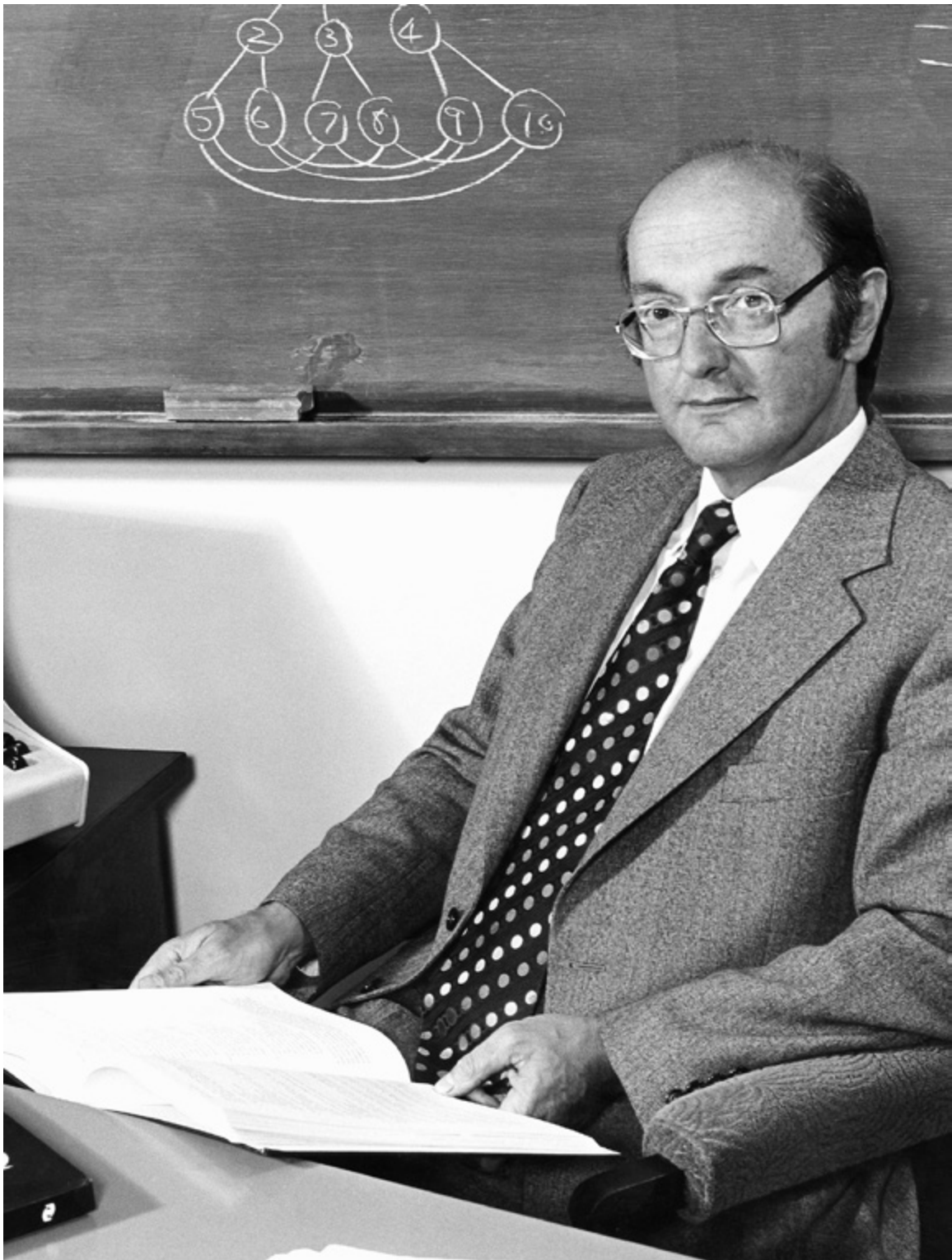
Tak jak wyjaśnił w Gatlinburgu Scantlebury, osobą, która jako pierwsza wpadła na pomysł zbudowania sieci wykorzystującej komutację pakietów, był inżynier Paul Baran. Gdy miał dwa lata, jego rodzina wyemigrowała z Polski i osiedliła się w Filadelfii, gdzie jego ojciec otworzył niewielki sklep spożywczy. Gdy Baran ukończył w 1949 roku studia w Drexel, podjął pracę w nowej firmie komputerowej Prespera Eckerta i Johna Mauchly’ego, gdzie testowano komponenty komputera UNIVAC. Paul przeprowadził się do Los Angeles, zaczął studiować wieczorowo na UCLA, a po jakimś czasie dostał pracę w RAND Corporation.

Gdy Rosjanie dokonali w 1955 roku próbnej detonacji bomby wodorowej, Baran odkrył swoją życiową misję, którą stało się niedopuszczenie do zagłady atomowej. Któregoś dnia podczas pracy w RAND przeglądał przesłaną przez Siły Powietrzne tygodniową listę tematów wymagających przeprowadzenia badań. Jego uwaga skupiła się na wymienionej tam kwestii zbudowania wojskowego systemu komunikacyjnego zdolnego przetrwać atak wroga. Baran zrozumiał, że taki system mógłby ułatwić powstrzymanie wymiany atomowych ciosów – gdyby któraś ze stron obawiała się, że jej systemy komunikacyjne zostaną zniszczone, byłaby bardziej skłonna do tego, by pod wpływem wzrostu napięcia zdecydować się na uderzenie wyprzedzające. Odporne na atak systemy komunikacyjne sprawiłyby, że narody nie musiałyby stosować tak drastycznych posunięć.

Baran stworzył dwie kluczowe koncepcje, które zaczął upowszechniać

w 1960 roku. Pierwszy pomysł dotyczył tego, że sieć nie powinna być scentralizowana; należało zrezygnować z tworzenia centralnego węzła, który kontrolowałby komutację i przesył danych. Nie chodziło jednak o zwykłą decentralizację i sterowanie przepływem danych z poziomu licznych centrów regionalnych przypominających system telefoniczny AT&T czy mapę połączeń realizowanych przez dużego przewoźnika lotniczego. Gdyby wróg zdołał zniszczyć kilka takich centrów, mógłby unieruchomić cały system. Sterowanie procesem przesyłania danych powinno być całkowicie rozproszone. Innymi słowy, każdy węzeł powinien mieć jednakowe uprawnienia do przełączania i przekierowywania przepływu danych. Ta koncepcja stała się fundamentem internetu – jego głęboko zakorzenioną cechą, która przekazała władzę w ręce użytkowników i sprawiła, że sieć stała się odporna na próby centralnego sterowania.

Naszkiecowany przez Barana układ połączeń przypominał sieci używane do łowienia ryb. Wszystkie węzły dysponowały uprawnieniami pozwalającymi kierować ruchem danych; każdy taki punkt był też połączony z kilkoma innymi węzłami. Gdyby jeden z nich został zniszczony, ruch zostałby po prostu pokierowany innymi trasami. „Nie ma tu centralnej kontroli – wyjaśniał Baran. – Każdy węzeł realizuje nieskomplikowaną politykę lokalnego zarządzania ruchem”. Baran ustalił, że gdyby każdy węzeł miał zaledwie trzy lub cztery połączenia, cały system osiągnąłby praktycznie nieograniczoną odporność i trwałość. „Redundancja w wysokości trzech, może czterech połączeń umożliwiłaby stworzenie sieci, której poziom odporności byłby niewiele mniejszy od teoretycznego maksimum”⁵⁵.



Donald Davies (1924–2000)



Paul Baran (1926–2011)



Leonard Kleinrock (ur. 1934)



Vint Cerf (ur. 1943) i Bob Kahn (ur. 1938)

„Gdy już doszedłem do tego, jak zapewnić sieci solidność, musiałem jeszcze zmierzyć się z problemem przesyłania sygnałów w tym przypominającym sieć rybacką układzie połączeń” – wspominał Baran⁵⁶. W ten sposób stworzył drugą koncepcję, czyli rozbitcie danych na niewielkie fragmenty o standardowych rozmiarach. Wiadomość miała być

dzielona na wiele takich segmentów, które byłyby potem przesyłane różnymi ścieżkami poprzez węzły sieci, by po dotarciu do punktu docelowego znów stworzyć jedną całość. „Powszechnie ustandaryzowany segment mógłby być złożony z 1024 bitów – napisał. – Większa część takiego bloku byłaby przeznaczona na przesyłane dane, resztę wypełniałyby informacje porządkowe związane z wykrywaniem błędów i procesem przekierowywania danych”.

Baran zderzył się wkrótce z jedną z prawd związanych z innowacjami: uświadomił sobie, że skostniała biurokracja jest niechętna zmianom. RAND przedstawił jego wizję sieci wykorzystującej komutację pakietów Siłom Powietrznym, które po dogłębnej analizie postanowiły ją urzeczywistnić. Później Departament Obrony zarządził jednak, że tego rodzaju przedsięwzięciem powinna się zajmować Defense Communications Agency (Agencja Komunikacji Obrony), dzięki czemu z nowego systemu mogłyby korzystać wszystkie rodzaje sił zbrojnych. Baran uświadomił sobie, że ta agencja nigdy nie będzie dysponować wolą i możliwościami potrzebnymi do realizacji tego zadania.

Naukowiec postanowił zatem przekonać AT&T do uzupełnienia ich infrastruktury (używanej do rozmów głosowych i wykorzystującej komutację łączy) o sieć przesyłania danych bazującą na komutacji pakietów. „Zaciekle zwalczali to rozwiązanie – wspominał. – Robili dosłownie wszystko, by zatrzymać tę inicjatywę”. Nie pozwolili nawet, by RAND wykorzystał mapy ich sieci, więc Baran musiał zrobić użytek z materiałów zdobytych nieoficjalnymi kanałami. Kilka razy odwiedził główną siedzibę AT&T na Dolnym Manhattanie. Podczas którejś z takich wizyt jeden z przedstawicieli kadry kierowniczej – staroświecki inżynier wychowany w epoce rozwiązań analogowych – spojrzał oszołomiony na Barana, który tłumaczył, że postulowane przez niego rozwiązanie oznacza możliwość przesyłania danych w dwóch kierunkach bez utrzymywania przez cały czas otwartego połączenia angażującego dedykowany obwód. „Mój rozmówca popatrzył na swoich kolegów w pomieszczeniu i wywrócił oczami, dając upust swojemu głębokiemu niedowierzaniu” – wspominał

Baran. Po chwili inżynier z AT&T powiedział: „Synu, oto zasady działania telefonów”, a następnie zaprezentował protekcyjnym tonem uproszczony opis działania ich sieci.

Gdy Baran nadal forsował swoje pozornie niedorzeczne poglądy i twierdził, że wiadomości można dzielić i przesyłać siecią w formie niewielkich pakietów, AT&T zaprosiło go wraz z innymi outsiderami na serię seminariów ukazujących faktyczne zasady działania ich sieci. „Potrzebowali dziewięćdziesięciu czterech różnych prelegentów, by opisać cały system” – nie mógł się nadziwić Baran. Gdy cykl seminariów dobiegł końca, dykcja AT&T zapytała Barana: „Czy teraz rozumie pan, dlaczego komutacja pakietów się nie sprawdzi?”. Ku ich rozczarowaniu Baran udzielił krótkiej odpowiedzi: „Nie”. Dylemat innowatora po raz kolejny krzyżował szyki ludziom z AT&T. Firma wzdrgała się przed rozważeniem pomysłu wprowadzenia zupełnie nowej sieci przesyłania danych, ponieważ bardzo mocno zaangażowała się w budowanie tradycyjnych łącz⁵⁷.

Koncepcje Barana przybrały ostatecznie postać jedenastu tomów szczegółowych analiz technicznych zatytułowanych *On Distributed Communications* („O komunikacji rozproszonej”) i ukończonych w 1964 roku. Naukowiec nalegał, by nie utajniać tej pracy, gdyż zdawał sobie sprawę z tego, że taki system zadziała najskuteczniej, jeśli Rosjanie też stworzą coś podobnego. Chociaż Bob Taylor miał okazję zapoznać się z częścią tych materiałów, pozostałe osoby z ARPA nie miały kontaktu z tymi analizami, tak więc pomysł Barana nie wpłynął znacząco na rzeczywistość, aż do chwili, kiedy został przedstawiony Larry’emu Robertsowi podczas konferencji odbywającej się w 1967 roku w Gatlinburgu. Po powrocie do Waszyngtonu Roberts odkopał raporty Barana, usunął zalegającą na nich warstwę kurzu, po czym zaczął się z nimi zapoznawać.

Roberts dotarł również do referowanych w Gatlinburgu przez Scantlebury’ego prac, które zostały stworzone przez działającą w Wielkiej Brytanii grupę Donalda Daviesa. Ojciec Daviesa pracował w Walii jako urzędnik w kopalni węgla i zmarł w 1924 roku, kilka miesięcy po

narodzinach syna. Młody Donald został wychowany w Portsmouth przez matkę, która była zatrudniona w General Post Office (Głównym Urzędzie Pocztowym) – agencji zarządzającej brytyjskim systemem telefonicznym. Chłopak spędził dzieciństwo, bawiąc się obwodami telefonicznymi, a potem ukończył studia matematyczne i fizyczne w Imperial College w Londynie. Podczas wojny pracował na Uniwersytecie Birmingham – tworzył tam stopy wykorzystywane w obudowach bomb atomowych i był asystentem Klausa Fuchsa, który okazał się radzieckim szpiegiem. Davies współpracował później w National Physical Laboratory z Alanem Turingiem, zajmując się budowaniem Automatic Computing Engine – komputera przechowującego program w pamięci.

Davies interesował się dwiema kwestiami: dzieleniem czasu komputerów (tę ideę poznał w 1965 roku podczas wizyty w MIT) i używaniem linii telefonicznych do przesyłania danych. Łącząc te dwie koncepcje, postawił sobie za cel znalezienie metody, która przypominałaby dzielenie czasu i umożliwiłaby optymalne wykorzystanie łącz komunikacyjnych. W ten sposób doszedł do podobnych wniosków jak Baran – chodzi o efektywność przesyłania informacji w formie niewielkich porcji danych. Wymyślił również, jak można by było nazywać te jednostki: odwołał się do starego, angielskiego słowa „packet”, znaczącego pakiet. Gdy Davies próbował przekonać ludzi z General Post Office do wprowadzenia tego systemu, napotkał ten sam problem co Baran w AT&T. Obaj znaleźli jednak sprzymierzeńca w Waszyngtonie – Larry Roberts nie tylko poparł ich pomysły, ale zaakceptował również nazwę pakiet⁵⁸.

Trzecim i w pewnym sensie bardziej kontrowersyjnym współtwórcą komutacji pakietów był Leonard Kleinrock – zawsze radosny i obdarzony przyjaznym nastawieniem ekspert z zakresu przesyłu danych w sieci, który od czasu do czasu uprawiał autoreklamę i przyjaźnił się z Larrym Robertsem, gdy jako doktoranci w MIT dzielili pracownię. Kleinrock dorastał w Nowym Jorku w rodzinie ubogich imigrantów. Jego zainteresowanie elektroniką narodziło się w chwili, w której jako sześciolatek czytał komiks o Supermanie i zobaczył tam instrukcję budowy

radia kryształowego bez baterii. Połączył rolkę po papierze toaletowym, jedną z żyłek swojego taty, kawałek drutu i grafit z ołówka, a potem przekonał mamę, by wybrała się z nim metrem na Dolny Manhattan i kupiła w sklepie z elektroniką kondensator zmienny. Urządzenie zadziałało i doprowadziło do narodzin trwającej całe życie fascynacji elektroniką. „Ono nadal wzbudza mój respekt – mówił Kleinrock o radiu. – Wciąż wydaje mi się czymś magicznym”. Zaczął gromadzić pochodzące z nadwyżek sklepowych instrukcje stosowanych w radiach lamp próżniowych, grzebał też niczym sęp w wyrzucanych na śmieci radioodbiornikach, rozbierając je na części i gromadząc elementy niezbędne do konstruowania własnych urządzeń odbierających sygnał radiowy⁵⁹.

Ponieważ nie mógł sobie pozwolić na studia na uczelni, nawet takiej jak nowojorski City College, który nie pobierał czesnego, w ciągu dnia pracował w firmie zajmującej się elektroniką, a wieczorami uczęszczał na zajęcia. Wykładowcy dzielący się wiedzą ze studentami wieczorowymi mieli bardziej praktyczne podejście niż ci, którzy uczyli słuchaczy dziennych. Kleinrock nie zapoznawał się zatem z teorią działania tranzystora, ale zapamiętał słowa wykładowcy opisującego wrażliwość tych elementów na wysoką temperaturę i potrzebę uwzględniania przewidywanej temperatury podczas projektowania obwodów. „Nie było szans, żeby ktoś zdobył tego rodzaju praktyczną wiedzę podczas zajęć dziennych – wspominał. – Tamci wykładowcy po prostu nie wiedzieli o takich rzeczach”⁶⁰.

Po ukończeniu studiów Kleinrock zdobył stypendium, dzięki któremu mógł zrobić doktorat w MIT. Zgłębiał tam teorię kolejek, a więc dziedzinę zajmującą się wpływem rozmaitych czynników na przeciętny czas oczekiwania w kolejce. Niektóre z obliczeń z jego pracy doktorskiej stały się później fundamentem dla analiz przepływu danych w sieci komutowanej i zrozumienia procesu powstawania wąskich gardeł. Kleinrock nie tylko dzielił jedno pomieszczenie z Robertsem, ale także uczęszczał na zajęcia razem z Ivanem Sutherlandem i był słuchaczem wykładów wspólnie z Claude’em Shannonem i Norbertem Wienerem. „To był prawdziwy

matecznik błyskotliwych intelektów – wspominał później w kontekście tego, co działo się w jego czasach w MIT⁶¹.

Któregoś razu zmęczony Kleinrock korzystał nocą z jednego z urządzeń w laboratorium komputerowym MIT – ogromnego eksperymentalnego komputera znanego jako TX-2. W pewnym momencie usłyszał nietypowy dźwięk, coś w rodzaju „pssssss”. „Poważnie się zmartwiłem – wspominał. – W urządzeniu był pusty slot – wymontowano pewnie jakiś element przeznaczony do naprawy. Gdy uniosłem wzrok i zajrzałem w ten otwór, zobaczyłem parę oczu!” To był Larry Roberts, który postanowił spłatać koledze psikus⁶².

Tryskający życiem Kleinrock i niezwykle opanowany Roberts zostali kumplami pomimo odmiennych osobowości (a może właśnie dzięki temu). Chętnie odwiedzali kasyna w Las Vegas, próbując „przechytrzyć system”. Roberts stworzył system liczenia kart w blackjacku (rozwiązanie bazowało na zliczaniu wysokich i niskich kart, które zostały zagrane), a potem podzielił się tą wiedzą z Kleinrockiem. „Kiedyś zostaliśmy wyrzuceni z żoną z kasyna w Hiltonie. Kierownictwo sali obserwowało nas przez sufit i zaczęło coś podejrzewać, gdy wykupiliśmy ubezpieczenie w sytuacji, w której normalnie nikt by tego nie zrobił, chyba żeby wiedział, iż w talii zostało niewiele wysokich kart” – wspominał Roberts. Kolejną sztuczką były próby obliczania toru ruchu kulki w ruletce – Roberts i Kleinrock zbudowali w tym celu licznik składający się z tranzystorów i oscylatora. Urządzenie mierzyło prędkość kulki i pomagało przewidzieć, w której części koła wyląduje, dzięki czemu gracze mieli większe szanse przy obstawianiu. Aby zgromadzić niezbędne dane, Roberts owinał rękę bandażem, ukrywając w ten sposób licznik. Krupier połapał się, że coś się święci, spojrzał na naukowców i spytał Roberta: „Czy mam panu złamać drugą rękę?”. Uznawszy, że nie jest to ciekawa perspektywa, koledzy odeszli od stołu⁶³.

W konspekcie pracy doktorskiej stworzonym w 1961 roku w MIT Kleinrock zaproponował zajęcie się matematycznymi podstawami pozwalającymi przewidywać powstawanie korków w sieci przypominającej

pajęczynę. W tej pracy (oraz innych związanych z nią artykułach) opisywał system wykorzystujący metodę store and forward – „sieci komunikacyjne, w których każdy węzeł może przechowywać dane” – ale nie była to typowa sieć bazująca na komutacji pakietów, gdzie wiadomość jest dzielona na wiele bardzo małych jednostek o identycznej wielkości. Kleinrock zajmował się zagadnieniem „przeciętnego opóźnienia, jakie mają dane przesyłane przez sieć”, i rozważał, na ile skutecznym rozwiązaniem tego problemu byłoby wprowadzenie systemu określania priorytetów, co miało obejmować rozbijanie wiadomości na mniejsze części. Naukowiec nie wykorzystał jednak terminu „pakiet” ani nie przedstawił koncepcji, która choćby w niewielkim stopniu przypominałaby ten pomysł⁶⁴.

Kleinrock był towarzyski i chętnie się kolegował, ale nigdy nie poszedł w ślady Licklidera, jeśli chodzi o powstrzymywanie się od przypisywania sobie zasług. Później zraził do siebie wielu innych twórców internetu, utrzymując, że za sprawą swojej pracy doktorskiej i towarzyszącego jej konspektu (obie prace powstały już po tym, jak Baran zaczął opisywać w RAND komutację pakietów) „stworzył podstawowe zasady komutacji pakietów” i „matematyczną teorię sieci pakietowych, czyli technologii, na której bazuje internet”⁶⁵. W połowie lat dziewięćdziesiątych rozpoczął intensywną kampanię, dzięki której miał zostać uznany za „ojca współczesnych systemów sieciowych”⁶⁶. W wywiadzie udzielonym w 1996 roku utrzymywał: „w mojej pracy doktorskiej zostały przedstawione podstawowe zasady komutacji pakietów”⁶⁷.

Takie zachowania doprowadziły do protestów wielu innych pionierów internetu, którzy przypuścili publiczny atak na Kleinrocka i stwierdzili, że jego krótka wzmianka o dzieleniu wiadomości na mniejsze części nie może być uznawana za propozycję wprowadzenia komutacji pakietów. „Kleinrock to krętacz – stwierdził Bob Taylor. – Jego stwierdzenia, że ma cokolwiek wspólnego ze stworzeniem komutacji pakietów, to przykład typowej fałszywej autoreklamy, która była jego problemem od samego początku”⁶⁸. (Kleinrock oponował, że „Taylor jest rozczarowany, gdyż nigdy nie zdobył uznania, na które według siebie zasłużył”⁶⁹).

Donald Davies, brytyjski naukowiec, który ukuł termin „pakiet”, był łagodnym i małomównym badaczem i nigdy nie szczycił się swoimi dokonaniem. Wielu twierdziło, że jest aż do bólu skromny. Pod sam koniec życia napisał jednak artykuł, który miał zostać opublikowany po jego śmierci i w którym w zadziwiająco mocnych słowach atakował Kleinrocka. „Dokonania Kleinrocka sprzed 1964 roku nie dają mu żadnych podstaw do nazywania się wynalazcą komutacji pakietów – stwierdził Davies po przedstawieniu wyczerpującej analizy. – Znajdujący się w jego książce fragment dotyczący kolejowania wykorzystującego dzielenie czasu pozwalał wyciągnąć wnioski, które mogły doprowadzić autora do komutacji pakietów, ale nic takiego się nie wydarzyło. [...] Nie jestem w stanie znaleźć żadnych dowodów świadczących o tym, że rozumiał zasady komutacji pakietów”⁷⁰. Alex McKenzie, inżynier zarządzający w centrum nadzorowania sieci BBN, przedstawił później jeszcze bardziej bezceremonialną opinię: „Kleinrock twierdzi, że stworzył koncepcję pakietyzacji. To całkowity nonsens; w jego książce z 1964 roku nie ma ŻADNYCH sugestii, analiz lub aluzji dotyczących idei pakietyzacji”. Naukowiec uznał, że twierdzenia Kleinrocka są „śmiechu warte”⁷¹.

Sprzeciw wywołany słowami Kleinrocka był tak gwałtowny, że stał się tematem artykułu Katie Hafner opublikowanego w 2001 roku w „New York Timesie”. Dziennikarka opisała, jak czar koleżeńskich postaw, występujących na ogół wśród pionierów internetu, prysł bezpowrotnie w wyniku roszczeń Kleinrocka, przypisującego sobie zasługi związane ze stworzeniem idei komutacji pakietów. Paul Baran, który zasługiwał na miano ojca komutacji pakietów, oznajmił, że „internet jest tak naprawdę dziełem tysiąca ludzi”, i mocno podkreślił, że większość osób zaangażowanych w budowanie tej sieci nie walczyła o uznanie dla swoich zasług. „Istnieje tylko ten jeden mało istotny przypadek, który sprawia wrażenie aberracji” – dodał, odnosząc się lekceważąco do Kleinrocka⁷².

Co ciekawe, aż do połowy lat dziewięćdziesiątych Kleinrock przypisywał stworzenie idei komutacji pakietów innym naukowcom. W tekście opublikowanym w listopadzie 1978 roku stwierdzał, że pionierami tej

koncepcji byli Baran i Davies: „Na początku lat sześćdziesiątych Paul Baran przedstawił niektóre właściwości sieci służących przesyłaniu danych, przygotowując szereg prac w RAND Corporation. [...] W 1968 roku sieci wykorzystujące komutację pakietów zaczął opisywać Donald Davies z National Physical Laboratories w Wielkiej Brytanii”⁷³. Również w artykule na temat rozwoju sieci rozproszonych napisanym w 1979 roku Kleinrock nie wspominał o swoich własnych artykułach z początków lat sześćdziesiątych i nie próbował ich cytować. Jeszcze w 1990 roku twierdził, że Baran był pierwszą osobą, która wpadła na pomysł komutacji pakietów: „To jego uznałbym za twórcę pierwszych koncepcji”⁷⁴. Gdy artykuł Kleinrocka z 1979 roku został jednak ponownie opublikowany w 2002 roku, autor dopisał do niego nowy wstęp, w którym twierdził: „Stworzyłem zasady komutacji pakietów, gdy opublikowałem w 1961 roku pierwszy artykuł na ten temat”⁷⁵.

Aby oddać sprawiedliwość Kleinrockowi, należy napisać, że nawet gdyby nie twierdził, iż jego praca z początku lat sześćdziesiątych doprowadziła do narodzin komutacji pakietów, i tak byłby darzony ogromnym szacunkiem jako jeden z pionierów internetu (i tak właśnie powinien być traktowany). Bez wątpienia był ważnym teoretykiem zajmującym się przepływem danych w sieciach we wczesnym okresie rozwoju tej idei; wyróżniał się także jako ceniony lider zaangażowany w budowanie ARPANET-u. Był jedną z pierwszych osób, które przewidziały następstwa rozbijania przesyłanych komunikatów wędrujących między kolejnymi węzłami. Co więcej, Roberts doceniał wartość jego prac teoretycznych i zwerbował go do zespołu, który budował ARPANET. Siłą sprawczą innowacji są ci, którzy dysponują odpowiednimi teoriami oraz mają szczęście należeć do grupy zdolnej je zaimplementować.

Kontrowersje dotyczące Kleinrocka są bardzo interesującym zjawiskiem – pokazują, że większość twórców internetu preferowała – wykorzystując tu metaforę globalnej pajęczyny – system całkowicie rozproszonych zasług. Instynktownie izolowali i omijali każdy węzeł, który próbował zyskać większe znaczenie od reszty. Internet narodził się z etosu twórczej

współpracy oraz rozproszonego procesu podejmowania decyzji, a twórcy sieci dbali o ochronę tego dziedzictwa. Takie działania stały się kluczowym elementem zarówno ich osobowości, jak i DNA samego internetu.

Czy to miało związek z bronią jądrową?

Jeden z rozpowszechnionych mitów dotyczących internetu mówi, że zbudowano go, by mógł przetrwać atak nuklearny. Ta teza wywołuje wściekłość wielu architektów sieci, między innymi Boba Taylora i Larry'ego Robertsa. Obydwaj uparcie i wielokrotnie podważali ten mit związany z narodzinami internetu. Tak się jednak składa, że podobnie jak w wypadku wielu innowacji epoki cyfrowej również i tutaj można mówić o licznych przyczynach i zaczątkach. Poszczególni gracze mają różne spojrzenie na tę kwestię. Osoby stojące w hierarchii wyżej niż Taylor i Roberts, a przy tym dysponujące pełniejszą wiedzą o powodach przyznawania dotacji, zaczęły z czasem przeciwstawiać się próbom obalania niektórych tez. Spróbujmy po kolei usunąć niejasności.

Nie ma wątpliwości, że gdy Paul Baran zaprezentował w swoich raportach stworzonych w RAND sieć wykorzystującą komutację pakietów, jedną z przesłanek kryjących się za tą wizją była odporność takiego rozwiązania na atak nuklearny. „Istniała potrzeba posiadania strategicznego systemu, który mógłby przetrwać pierwszy atak, a potem umożliwiłby podjęcie działań odwetowych – tłumaczył. – Problem polegał na tym, że nie dysponowaliśmy systemem komunikacyjnym, który byłby odporny na taką agresję, a radzieckie pociski wymierzone w amerykańskie wyrzutnie wyeliminowałyby cały system komunikacji telefonicznej”⁷⁶. To powodowało niestabilną sytuację, w której do wojny mogła doprowadzić błahostka; taki czy inny kraj byłby bardziej skłonny do przystąpienia do ataku wyprzedzającego, gdyby obawiał się, że jego systemy komunikacyjne i możliwość reakcji zostaną unicestwione przez uderzenie wroga. „Geneza komutacji pakietów jest silnie powiązana z zimną wojną – przyznał Baran. – Bardzo ciekawiło mnie to, jak, u licha, można zbudować niezawodny

system dowodzenia i kontroli”⁷⁷. W 1960 roku naukowiec zaczął zatem obmyślać „sieć komunikacyjną, która umożliwiłaby porozumiewanie się setkom ważnych stacji komunikacyjnych po ataku wroga”⁷⁸.

Baran rzeczywiście mógł postawić sobie taki cel, ale należy pamiętać o tym, że nigdy nie zdołał przekonać amerykańskich Sił Powietrznych do jego osiągnięcia. Jego pomysły zostały za to zaadaptowane przez Roberta i Taylora utrzymujących, że dążyli wyłącznie do stworzenia sieci, która umożliwiłaby wymianę informacji naukowcom pracującym dla ARPA, a która nie byłaby budowana po to, by przetrwać wrogą agresję. „Ludzie przyglądali się temu, co Paul Baran napisał na temat bezpiecznej sieci obrony nuklearnej, a potem odnosili to do ARPANET-u – wspominał Roberts. – To oczywiste, że te dwie koncepcje nie miały ze sobą niczego wspólnego. Powiedziałem w Kongresie, że ten projekt ma się przysłużyć przyszłości globalnej nauki – w grę wchodził tu zarówno świat cywili, jak i wojskowy – a siły militarne miały na tym skorzystać tak samo jak reszta ludzkości. Projekt ewidentnie nie miał jednak służyć celom wojskowym. Nie wspominałem też o wojnie nuklearnej”⁷⁹. W którymś momencie w czasopiśmie „Time” napisano, że internet został zbudowany, by zagwarantować możliwość komunikacji w razie ataku jądrowego. Taylor wysłał do redakcji list, próbując sprostować te informacje, ale „Time” nie opublikował zastrzeżeń naukowca. „Odesłali mi odpowiedź, w której utrzymywali, że ich źródła podawały prawdziwe informacje” – wspominał⁸⁰.

Osoby zapewniające informacje redakcji „Time’a” zajmowały w hierarchii wyższe stanowiska niż Taylor. Ludzie pracujący w komórce Information Processing Techniques Office działającej w obrębie ARPA byli odpowiedzialni za stworzenie planu sieci i mogli być autentycznie przekonani, że ich poczynania nie mają żadnego związku z tworzeniem zabezpieczeń przed atakiem nuklearnym, ale zdaniem części wysokich rangą urzędników agencji to był jeden z kluczowych aspektów projektu. To właśnie dzięki temu udało się przekonać Kongres do sfinansowania tych działań.

Stephen Lukasik w latach 1967–1970 był wicedyrektorem ARPA, a potem aż do 1975 roku zajmował stanowisko jej dyrektora. W czerwcu 1968 roku zdołał uzyskać dla Robertsa formalne pozwolenie i fundusze na budowę sieci. Wszystko działo się zaledwie kilka miesięcy po ofensywie Tet i masakrze w My Lai w Wietnamie. Intensywność protestów antywojennych sięgała zenitu, a studenci najlepszych uczelni zorganizowali rewoltę. Nie było szans, by z budżetu Departamentu Obrony popłynął szeroki strumień pieniędzy pozwalający sfinansować kosztowne programy stworzone wyłącznie z myślą o ułatwieniu współpracy naukowcom działającym na różnych uniwersytetach. Senator Mike Mansfield i inni politycy zaczęli się domagać tego, by dotować jedynie projekty bezpośrednio związane z działaniami wojskowymi. Jak powiedział Lukasik, „w takim środowisku miałbym ogromne problemy z włożeniem dużej sumy pieniędzy w sieć, która miałaby wyłącznie zwiększyć produktywność badaczy. Takie uzasadnienie dotacji byłoby po prostu niewystarczające. Odpowiednią siłą przekonywania miała natomiast koncepcja, w której myśl komutacja pakietów zwiększyłaby zdolność przetrwania sieci i jej odporność na zniszczenia. [...] W strategicznej sytuacji – a więc w wypadku ataku nuklearnego – prezydent wciąż mógłby nawiązać kontakt z wyrzutniami rakiet. Więc jako ktoś, kto podpisywał od 1967 roku czeki, zapewniam, że wystawiałem je, gdyż taka była potrzeba, którą moim zdaniem należało zaspokoić”⁸¹.

W 2011 Lukasik okazał rozbawienie i swego rodzaju irytację w związku z powszechnie przyjętym dogmatem głoszącym, że ARPANET nie został zbudowany z powodu strategicznych potrzeb militarnych. Były dyrektor ARPA napisał tekst zatytułowany *Why the Arpanet Was Built* („Dlaczego powstał Arpanet”), który przekazał następnie swoim kolegom. „Powodem istnienia ARPA i jedynym celem jej funkcjonowania było odpowiadanie na nowe obawy związane z bezpieczeństwem narodowym – wyjaśniał. – W tym wypadku chodziło o system dowodzenia i kierowania siłami wojskowymi, przede wszystkim wykorzystującymi broń nuklearną i powstrzymującymi przed jej użyciem”⁸².

Słowa te stanowią całkowite zaprzeczenie deklaracji jednego z poprzedników Lukasika na stanowisku dyrektora ARPA – urodzonego w Wiedniu Charlesa Herzfelda, który zaakceptował w 1965 roku propozycję Boba Taylora dotyczącą stworzenia sieci badawczej wykorzystującej dzielenie czasu. „Wbrew temu, co twierdzi dziś wiele osób, ARPANET nie powstał po to, by stworzyć system dowodzenia i kierowania zdolny do przetrwania ataku nuklearnego – twierdził wiele lat później Herzfeld. – Zbudowanie takiego systemu było oczywiście ważną potrzebą wojskową, ale misja ARPA nie polegała na realizacji takich zadań”⁸³.

Dwa półoficjalne oświadczenia autoryzowane przez ARPA są zatem sprzeczne. „To za sprawą prac stworzonych w RAND narodziła się fałszywa pogłoska, w myśl której ARPANET był w jakiś sposób związany z budowaniem sieci zdolnej przetrwać wojnę nuklearną – można przeczytać w historii spisanej przez stowarzyszenie Internet Society. – Takie założenia nie były nigdy prawdą w odniesieniu do ARPANET-u; dotyczyły jedynie niezwiązanych z nim badań prowadzonych w RAND”⁸⁴. Tymczasem dokument *Final Report* opublikowany w 1995 roku przez National Science Foundation głosił: „Efekt działań Advanced Research Projects Agency funkcjonującej przy Departamencie Obrony, czyli wykorzystujący komutację pakietów system ARPANET, miał zapewnić system komunikacji zachowujący niezawodność w obliczu ataku nuklearnego”⁸⁵.

Który punkt widzenia jest zatem poprawny? W tym wypadku i jeden, i drugi. Z perspektywy naukowców i badaczy, którzy faktycznie tworzyli sieć, miała ona służyć jedynie pokojowym celom. Dla części osób, które nadzorowały ten projekt i zapewniały mu finansowanie – a do tego były związane z Pentagonem i Kongresem – budowa sieci miała też uzasadnienie o charakterze militarnym. Stephen Crocker był pod koniec lat sześćdziesiątych doktorantem, który całkowicie zaangażował się w koordynowanie procesu projektowania ARPANET-u. Nigdy nie zakładał, że kwestia odporności na atak nuklearny była elementem jego misji. Gdy jednak Lukasik rozesłał w 2011 roku swój artykuł, Crocker przeczytał go,

uśmiechnął się, po czym zrewidował swój tok rozumowania. „Byłem na górze, a ty na dole, więc nie miałeś tak naprawdę pojęcia, co było grane i dlaczego to wszystko robiliśmy” – powiedział mu Lukasik. Crocker udzielił mu dowcipnej odpowiedzi, za którą skrywała się spora doza rozsądku: „Byłem na dole, a ty na górze, więc nie miałeś pojęcia, co było grane i co robiliśmy”⁸⁶.

Crocker uświadomił sobie ostatecznie, że „nie da się ustalić powodów powstania agencji, które zadowolilyby wszystkich uczestników tego procesu”. Leonard Kleinrock, który był jego przełożonym na UCLA, doszedł do tego samego wniosku: „Nigdy nie dowiemy się, czy motywacją faktycznie była kwestia odporności na atak nuklearny. To jest pytanie, na które nie ma odpowiedzi. Nie spotkałem się z żadną wzmianką o celach militarnych. Jeżeli jednak ktoś zapyta osoby zajmujące wyższe stanowiska w hierarchii, jestem pewien, że część z nich stwierdzi, iż powodem zbudowania sieci była jej odporność na atak jądrowy”⁸⁷.

ARPANET był ostatecznie odzwierciedleniem interesującej kombinacji dążeń o charakterze militarnym i akademickim. Projekt został sfinansowany przez Departament Obrony, któremu z reguły zależało na tworzeniu hierarchicznych systemów dowodzenia i scentralizowanych ośrodków kontrolnych. Pentagon przekazał jednak zadanie przygotowania projektu sieci grupie akademików – niektórzy przedstawiciele tego grona unikali służby wojskowej, a większość z nich nie ufała scentralizowanej władzy. Ponieważ optowali za strukturą złożoną z nieskończenie wielu węzłów wyposażonych w niezależne routery, a nie systemem bazującym na kilku kluczowych centrach, wiadomo było, że taką sieć będzie trudno kontrolować. „Zawsze skłaniałem się ku temu, by nadać sieci rozproszony charakter – powiedział Taylor. – Dzięki temu pojedynczej grupie trudniej by było przejąć kontrolę nad systemem. Nie ufałem dużym, scentralizowanym organizacjom. Po prostu w mojej naturze leżało podchodzenie do nich z rezerwą”⁸⁸. Wybierając do budowania swojej sieci ludzi takich jak Taylor, Pentagon doprowadził do narodzin systemu, który

w przyszłości miał się znaleźć poza pełną kontrolą wojskowych.

Była w tym wszystkim jeszcze jedna, zakrawająca na ironię kwestia. Zdecentralizowana i rozproszona architektura oznaczała, że sieć będzie bardziej niezawodna – miała wytrzymać nawet atak nuklearny. Zbudowanie solidnego, odpornego na atak wojskowego systemu dowodzenia i kontroli wcale nie było tym, co motywowało naukowców z ARPA; taka koncepcja nie przyszła im nawet do głowy. To właśnie dlatego Pentagon i Kongres dbały o to, by pieniądze na ten projekt płynęły szerokim strumieniem.

Nawet po tym, jak wraz z nadejściem lat osiemdziesiątych ARPANET przekształcił się w internet, nadal miał służyć zarówno wojskowemu, jak cywilnym celom. Vint Cerf, łagodny i refleksyjny intelektualista, który brał udział w pracach nad siecią, wspominał: „chciałem pokazać, że nasza technologia zdoła przetrwać atak nuklearny”. W 1982 roku przeprowadził zatem serię testów, które miały symulować agresję z użyciem broni jądrowej. „Zrealizowano szereg podobnych symulacji i pokazów; niektóre z nich były szalenie ambitne i odbywały się przy współudziale Strategic Air Command (Dowództwa Strategicznego Sił Powietrznych). W którymś momencie wykorzystaliśmy bezprzewodową transmisję pakietową i zrobiliśmy użytek z nadajników radiowych, by połączyć fragmenty internetu oddzielone od siebie symulowanym atakiem nuklearnym”. Radia Perlman, jedna z wysoko postawionych kobiet zajmujących się projektowaniem sieci, pracowała w MIT nad rozwojem protokołów, które zapewniałyby prawidłowe funkcjonowanie sieci w obliczu złośliwych ataków. To właśnie ona pomagała Cerfowi obmyślać metody dzielenia i rekonstruowania ARPANET-u, gdy pojawiła się potrzeba, by sieć stała się bardziej odporna na czynniki zewnętrzne⁸⁹.

To wzajemne oddziaływanie czynników o charakterze militarnym i akademickim stało się głęboko zakorzenioną cechą internetu. „Projekty ARPANET-u i internetu przedkładały wartości militarne – a więc odporność, elastyczność i wysokie osiągi – nad cele komercyjne, na przykład niski koszt, prostotę oraz atrakcyjność dla użytkownika – zauważyła Janet Abbate, zajmująca się historią technologii. – Niemniej

jednak grupa, która projektowała i budowała sieci ARPA, była zdominowana przez naukowców akademickich, dbających o to, by system stanowił odbicie tak ważnych dla nich wartości: koleżeństwa, decentralizacji władzy i otwartej wymiany informacji”⁹⁰. Akademicy końca lat sześćdziesiątych bardzo często związani byli z kontrkulturą antywojenną, stworzyli zatem system, który opierał się centralnemu sterowaniu. Opierał się on wszelkim potencjalnym, spowodowanym przez atak nuklearny zniszczeniom, ale przeciwdziałał również jakimkolwiek próbom wprowadzenia kontroli.

Wielki skok: ARPANET wylądował

Październik 1969

Gdy latem 1968 roku w wielu miejscach na świecie (od Pragi po Chicago) dawały o sobie znać niepokoje polityczne, Larry Roberts zaprosił do przetargu firmy potencjalnie zainteresowane wytwarzaniem minikomputerów przeznaczonych dla ośrodków badawczych. Urządzenia te miały pełnić funkcję routerów (czyli jednostek Interface Message Processor) w projektowanej sieci ARPANET. Plan naukowca obejmował wykorzystanie koncepcji komutacji pakietów stworzonej przez Paula Barana i Donalda Daviesa, uwzględniał też sugestie Wesa Clarka dotyczące standaryzacji urządzeń IMP, teoretyczne spostrzeżenia J.C.R. Licklidera, Lesa Earnesta i Leonarda Kleinrocka, a także wkład wielu innych wynalazców.

Spośród stu czterdziestu firm, które otrzymały ogłoszenie o przetargu, swoje oferty przesłało jedynie kilkanaście przedsiębiorstw. Na przystąpienie do rywalizacji nie zdecydował się na przykład IBM. Pracownicy tej firmy wątpili w możliwość zbudowania IMP w rozsądnej cenie. Roberts zwołał spotkanie komitetu w Monterey w Kalifornii, by ocenić nadesłane oferty, a Al Blue, dbający o przestrzeganie przepisów w agencji, wykonał fotografie i zmierzył grubość poszczególnych teczek z dokumentacją.

Na czoło stawki wysunął się Raytheon, duża firma z branży zbrojeniowej z siedzibą w okolicach Bostonu. Jednym z jej współzałożycieli był Vannevar Bush, a instytucja rozpoczęła nawet negocjacje finansowe z Robertsem. W tym momencie do działania wkroczył jednak Bob Taylor i wyraził pogląd (forsowany już przez Wesa Clarka), że zlecenie powinno powędrować do BBN, czyli kontrahenta, który nie posiadał obciążenia w postaci skomplikowanej korporacyjnej maszyny biurokratycznej. „Oznajmiłem, że kultura organizacyjna Raytheonu będzie się łączyć z mentalnością spotykaną w ośrodkach badawczych niczym olej z wodą” – wspominał Taylor⁹¹. Jak ujął to Clark, „Bob uchylił decyzję komitetu”. Roberts przychylił się do tego punktu widzenia. „Raytheon przedstawił dobrą propozycję, która nie ustępowała ofercie BBN. Na dłuższą metę jedyna różnica, która zaważyła na mojej ostatecznej decyzji, polegała na tym, że BBN miał bardziej zdyscyplinowany zespół zorganizowany w sposób, który moim zdaniem zapewniał większą efektywność” – wspominał⁹².

W przeciwieństwie do zbiurokratyzowanego Raytheonu BBN zatrudniał błyskotliwą grupę genialnych inżynierów pod kierunkiem dwóch byłych pracowników MIT, Franka Hearta i Roberta Kahna⁹³. Pomogli oni rozwinąć pomysł Roberta i założyli, że gdy jakiś pakiet będzie przesyłany z jednego IMP do drugiego, router wysyłający informacje powinien przechowywać je aż do momentu, w którym otrzyma potwierdzenie dostarczenia danych przesłane przez router odbierający. Gdyby taki komunikat nie nadszedł w odpowiednio krótkim czasie, dane powinny zostać wysłane jeszcze raz. Ten mechanizm stał się kluczowym czynnikiem w kontekście niezawodności sieci. Jak widać, jej projekt był udoskonalany na każdym kroku dzięki zbiorowej kreatywności.

Tuż przed Bożym Narodzeniem Roberts zaskoczył wiele osób, ogłaszając, że zlecenie otrzyma BBN, a nie Raytheon. Senator Ted Kennedy wysłał zwyczajowy telegram kierowany do kontrahenta otrzymującego duży kontrakt opłacany przez państwo. W wiadomości pogratulował BBN tego, że firma została wybrana do zbudowania urządzeń

Interfaith Message Processor (czyli „Międzywyznaniowych Procesorów Komunikacyjnych”), co było w pewnym sensie trafnym określeniem ekumenicznej roli urządzeń Interface Message Processor⁹⁴.

Roberts wybrał cztery ośrodki badawcze, które miały zostać pierwszymi węzłami sieci ARPANET. Były to: UCLA, gdzie działał Leonard Kleinrock; Stanford Research Institute (SRI), miejsce pracy dysponującego wizjonerskimi pomysłami Douglasa Engelbarta; Uniwersytet Utah zatrudniający Ivana Sutherlanda, a także Uniwersytet Kalifornijski w Santa Barbara. Każdy z tych ośrodków otrzymał zadanie polegające na znalezieniu sposobu podłączenia ich głównych komputerów do ustandaryzowanych IMP, które miały zostać dostarczone uczelniom. Jak na typowych profesorów przystało, zgromadzili grupę doktorantów, a następnie przekazali im to zadanie.

Członkowie tego młodego zespołu zebrali się w Santa Barbara, by ustalić, w jaki sposób zmierzyć się z wyzwaniem, a przy okazji odkryli prawdę, która miała pozostać aktualna nawet we współczesnym cyfrowym świecie serwisów społecznościowych: okazało się, że spotkanie twarzą w twarz zapewnia wiele korzyści i frajdy. „Mieliśmy do czynienia z fenomenem pojawiającym się w wypadku imprez towarzyskich, kiedy nagle stwierdzasz, że masz tak wiele wspólnego z innymi uczestnikami” – wspominał Stephen Crocker, działający w zespole UCLA doktorant, który przyjechał na spotkanie ze swoim najlepszym przyjacielem i współpracownikiem Vintem Cerfem. Młodzi eksperci postanowili, że będą odbywać regularne spotkania, zbierając się kolejno w poszczególnych reprezentowanych przez siebie ośrodkach.

Uprzejmy i szanujący innych Crocker, obdarzony przez naturę szeroką twarzą i jeszcze szerszym uśmiechem, posiadał osobowość dosłownie stworzoną do objęcia funkcji koordynatora inicjatywy, która miała zamienić się w modelowy dla ery wynalazków cyfrowych przykład współpracy. W przeciwieństwie do Kleinrocka Crocker rzadko używał zaimka „ja”; wolał raczej obdzielać zasługami innych, niż przypisywać dokonania sobie.

Dzięki wrażliwości na cudze potrzeby potrafił koordynować działania grupy bez wprowadzania scentralizowanej kontroli lub władzy, co dobrze pasowało do modelu sieci, którą współtworzył.

Miesiące mijały, a doktoranci wciąż się spotykali i wspólnie omawiali koncepcje, czekając przy tym, aż skontaktuje się z nimi jakaś Ważna Osobistość i przekaże im dyrektywy. Członkowie zespołu zakładali, że w którymś momencie władze ze Wschodniego Wybrzeża pojawią się ze spisanimi na tablicach zasadami, przepisami i regułami postępowania, przygotowanymi z myślą o grupce doglądającej komputerów, które miały wymieniać dane przez sieć. „Stanowiliśmy przecież tylko zbieranie doktorantów – samozwańczych ekspertów; byłem przekonany, że lada chwila pojawi się tu liczne grono ważnych osobistości z Waszyngtonu lub Cambridge, by przedstawić nam obowiązujące reguły” – wspominał później Crocker. To była jednak nowa era. Sieć miała mieć rozproszony charakter i taką samą specyfikę miała władza nad tym systemem. Stworzeniem całego rozwiązania i zasad regulujących jego działanie należało do użytkowników. Proces ten miał mieć otwarty charakter. Chociaż cały system został sfinansowany częściowo po to, by ułatwić kierowanie jednostkami wojskowymi, środkiem prowadzącym do celu miało być zwiększenie niezależności od centralnego dowodzenia. Pułkownicy scedowali władzę na hakerów i naukowców.

Po szczególnie udanym spotkaniu w Utah na początku kwietnia 1967 stadko doktorantów po przyjęciu nazwy Network Working Group (Sieciowa Grupa Robocza) doszło do tego, że warto by było spisać to, co udało im się już ustalić⁹⁵. Zadanie to przypadło w udziale Crockerowi, który dzięki uprzejmości i bezpretensjonalności potrafił doprowadzić towarzystwo hakerów do powszechnej zgody. Zależało mu przy tym, by jego działania nie nosiły znamion arogancji. „Uświadomiłem sobie, że już samo spisanie tego, o czym dyskutowaliśmy, mogłoby być postrzegane jako próba uzurpowania sobie władzy – to zaś doprowadziłoby do pojawienia się tutaj kogoś, kto przywróciłby nas do pionu; najprawdopodobniej byłby to jakiś ważniak ze wschodu”. Wrodzona empatia Crockera sprawiała, że dosłownie

nie sypiał po nocach. „Wraz z moją dziewczyną i jej dzieckiem z poprzedniego związku mieszkaliśmy w domu jej rodziców. Jedyne miejsce, gdzie mogłem pracować nocami, nie przeszkadzając innym domownikom, była łazienka; tak więc stałem w niej nago i notowałem”⁹⁶.

Crocker zrozumiał, że musi znaleźć neutralny tytuł listy sugestii i praktyk. „Usiłując podkreślić nieformalną naturę tych dokumentów, wpadłem na naiwny pomysł nazwania każdego z nich Request for Comments – RFC (Prośba o komentarze) – niezależnie od tego, czy tekst faktycznie miał charakter takiego wniosku, czy nie”. Było to doskonale sformułowanie, nakłaniało bowiem do współpracy – termin był przyjazny i nie trącił despotyzmem, a do tego sugerował wspólne działanie i wpisywał się w ducha koleżeńskości. „Przypuszczalnie pomogło nam to, że unikaliśmy wówczas zastrzegania patentów i nie narzucaliśmy ograniczeń; w obliczu braku bodźców finansowych zachęcających do kontrolowania protokołów osiągnięcie porozumienia było dużo łatwiejsze” – napisał Crocker czterdzieści lat później⁹⁷.

Pierwszy dokument RFC został zapakowany w staromodne koperty i rozesłany pocztą 7 kwietnia 1969 roku (poczta elektroniczna jeszcze nie istniała, ponieważ doktoranci nie stworzyli jeszcze sieci). Wyrażając się w przyjaznym i swobodnym tonie pozbawionym choćby cienia służbistości, Crocker przedstawił zadanie polegające na ustaleniu, w jaki sposób główny komputer każdej z instytucji powinien zostać podłączony do nowej sieci. „Latem 1968 roku reprezentanci czterech pierwszych węzłów odbyli kilka spotkań, by omówić kwestię oprogramowania umożliwiającego wymianę danych – napisał. – Przedstawiam tutaj garść wstępnych ustaleń oraz niektóre napotkane kwestie, które wciąż pozostają otwarte. Niewiele spośród zaprezentowanych tu informacji ma charakter ostatecznych ustaleń, a my czekamy na reakcje”⁹⁸. Osoby, które otrzymały RFC 1, odniosły wrażenie, że zostały włączone w interesujący proces, nikt nie poczuł natomiast, iż staje w obliczu warunków dyktowanych przez grupkę możnowładców ustalających kształt protokołów. Dyskusja dotyczyła sieci, a zatem zaangażowanie w ten proces wszystkich zainteresowanych stron

sprawiało wrażenie rozsądnego rozwiązania.

Proces prac nad RFC stworzył podwaliny ruchu open source w rozwoju oprogramowania, protokołów i treści. „Kultura procesów bazujących na otwartości była kluczowym czynnikiem, dzięki któremu internet mógł się tak spektakularnie rozrastać i ewoluować” – stwierdził później Crocker⁹⁹. Ta idea miała również szerszy zasięg i stała się standardem w kontekście współpracy podejmowanej w erze cyfrowej. Trzydzieści lat po stworzeniu RFC 1 Vint Cerf przygotował filozoficzny dokument RFC, który został zatytułowany *The Great Conversation* („Wielka dyskusja”) i rozpoczynał się od słów: „Dawno, dawno temu w odległej sieci...”. Po opisanu nieformalnych okoliczności, w jakich narodziła się koncepcja RFC, Cerf kontynuował: „Za historią RFC kryje się historia stworzonych przez człowieka instytucji nastawionych na kooperację”¹⁰⁰. To śmiałe stwierdzenie i można by je uznać za przesadzone, gdyby nie fakt, że jest ono prawdziwe.

Przed końcem sierpnia 1969 roku dzięki kolejnym RFC udało się stworzyć zestaw standardów komunikacji między komputerami działającymi na uczelniach a jednostkami IMP. Dokładnie w tym samym czasie pierwszy taki router został wysłany do laboratorium Kleinrocka. Gdy urządzenie dotarło na rampę załadunkową UCLA, zostało przywitane przez kilkanaście osób: Crockera, Kleinrocka, kilku innych członków zespołu, a także Cerfa i jego małżonkę Sigrid, która przyniosła szampana. Wszyscy byli zaskoczeni tym, że IMP miał rozmiary lodówki i jak na sprzęt wojskowy przystało posiadał obudowę wykonaną z szarej stali. Urządzenie przewieziono do pomieszczenia zajmowanego przez komputer, podłączono i natychmiast uruchomiono. Firma BBN świetnie się spisała, mieszcząc się w terminach i budżecie.

Jedno urządzenie to za mało, by stworzyć sieć. Upłynął jeszcze miesiąc, nim drugi IMP dotarł do SRI na obrzeżach kampusu Uniwersytetu Stanforda i można było faktycznie uruchomić ARPANET. 29 października wszystko zostało przygotowane tak, by umożliwić nawiązanie połączenia.

Wydarzenie to miało stosownie niezobowiązujący charakter. Zabrakło dramatycznej oprawy w stylu tej, która towarzyszyła „małemu krokowi człowieka, ale wielkiemu skokowi dla ludzkości”, który miał miejsce kilka tygodni wcześniej na Księżycu i był śledzony przed telewizorami przez pół miliarda osób. Działający pod okiem Crockera i Cerfa student Charley Kline założył na głowę telefoniczny zestaw słuchawkowy, by zachować kontakt z naukowcem z SRI podczas procedury logowania, która miała umożliwić terminalowi w UCLA połączenie się za pośrednictwem sieci z komputerem znajdującym się w oddalonym o pięćset siedemdziesiąt kilometrów Palo Alto. Młody człowiek wpisał „L”. Pracownik SRI poinformował go, że ten komunikat do niego dotarł. Kline wpisał później „O”, które również zostało bezproblemowo przekazane. Gdy student UCLA wpisał „G”, w systemie pojawił się błąd pamięci wywołany przez mechanizm automatycznego uzupełniania, po czym nastąpiła awaria. Niezależnie od tego faktu udało się przesłać za pośrednictwem ARPANET-u pierwszy komunikat, a chociaż nie był on równie błyskotliwy jak „Orzeł wylądował” lub „Co Bóg uczynił”, był na swój skromny sposób stosowny i brzmiał: „LO”. Dokładnie tak jak w „lo and behold” – idiomatycznym wyrażeniu oznaczającym „i oto”. Kline zamieścił później w swoim notatniku pamiętny minimalistyczny wpis: „22.30. Nawiązano połączenie z komputerem SRI. CSK”¹⁰¹.

Druga połowa 1969 roku okazała się zatem okresem, w którym wśród burzliwych wydarzeń związanych z festiwalem w Woodstock, incydentem w Chappaquiddick, protestami przeciwko wojnie w Wietnamie, Charlesem Mansonem, procesem ósemki z Chicago i koncertem w Altamont udało się zrealizować trzy historyczne przedsięwzięcia, zapoczątkowane niemal dziesięć lat wcześniej. NASA zdołała wysłać człowieka na Księżyc. Inżynierom z Doliny Krzemowej udało się stworzyć programowalny komputer umieszczony na chipie – konstrukcję zwaną mikroprocesorem. ARPA zbudowała zaś sieć, która mogła łączyć oddalone od siebie komputery. Na pierwsze strony gazet trafiło tylko pierwsze z tych trzech wydarzeń, być może najmniej znaczące pod względem historycznym.

Internet

ARPANET nie był jeszcze internetem. To była zaledwie jedna sieć. W ciągu kilku lat pojawiły się kolejne, podobne struktury wykorzystujące komutację pakietów, ale poszczególne systemy nie były ze sobą połączone. Inżynierowie z Xerox PARC (Palo Alto Research Center – Ośrodek Badawczy w Palo Alto) chcieli na przykład stworzyć na początku lat siedemdziesiątych sieć o lokalnym zasięgu, która połączyłaby tworzone przez nich biurowe stacje robocze, a pracujący tam Bob Metcalfe, który niewiele wcześniej obronił doktorat na Harvardzie, opracował metodę wykorzystania przewodów koncentrycznych (takich, jakie podłącza się do dekodery telewizji kablowej) pozwalającą zbudować szerokopasmowy system nazwany Ethernetem. Rozwiązanie to zostało skopiowane z sieci bezprzewodowej na Hawajach, znanej jako ALOHAnet, gdzie pakiety z danymi przesyłano drogą radiową i satelitarną. Oprócz tego powstały jeszcze sieć radiowa, zbudowana w San Francisco i nazwana PRNET, a także jej satelitarna odmiana, SATNET. Pomimo istniejących podobieństw poszczególne sieci wykorzystujące komutację pakietów nie były kompatybilne i nie mogły ze sobą współpracować.

Na początku 1973 roku Robert Kahn postanowił uporać się z tym problemem. Stwierdził, że musi istnieć metoda, dzięki której wszystkie te sieci można by ze sobą połączyć; miał również moc sprawczą, by wcielić tę ideę w życie. Opuścił BBN, gdzie pomagał rozwijać routery IMP, po czym objął stanowisko kierownika projektu w komórce Information Processing Techniques Office stanowiącej element agencji ARPA. Jako osoba, która pracowała przy sieciach ARPANET i PRNET, Kahn postawił sobie za cel stworzenie metody połączenia tych systemów i innych sieci pakietowych – chodziło mu o stworzenie czegoś, co wraz z kolegami zaczął określać mianem „internetwork”, czyli „intersieci”. Po jakimś czasie słowo zostało nieznacznie skrócone i narodził się termin „internet”.

Kahn zdecydował, że jego partnerem w tym przedsięwzięciu będzie Vint Cerf, który był pomocnikiem Crockera w grupie tworzącej RFC i zajmował

się opracowywaniem protokołów ARPANET-u. Cerf wychował się w Los Angeles, gdzie jego ojciec pracował w firmie wytwarzającej silniki wykorzystywane w programie lotów kosmicznych Apollo. Podobnie jak Gordon Moore dorastał, bawiąc się zestawami chemicznymi, które były wówczas zachwycająco niebezpieczne. „Zawierały rzeczy, takie jak sproszkowany magnez, sproszkowane aluminium, a także siarka, gliceryna i nadmanganian potasu – wspominał. – Gdy połączyło się je wszystkie, wybuchały płomieniem”. W piątej klasie był tak znudzony matematyką, że nauczyciel wręczył mu podręcznik algebry przeznaczony dla siódmoklasistów. „Spędziłem całe lato, rozwiązując po kolei wszystkie zadania z tej książki – powiedział. – Najbardziej podobały mi się tekstowe, ponieważ były jak historyjki pełne tajemnic. Trzeba było ustalić, czym jest x , a ja zawsze byłem ciekaw, co kryje się za niewiadomą”. Cerf zanurzył się też w świecie literatury popularnonaukowej, ceniąc sobie zwłaszcza dzieła Roberta Heinleina; zapoczątkował również praktykowany przez całe życie rytuał czytania niemal co roku trylogii *Władca Pierścieni* J.R.R. Tolkiena¹⁰².

Ponieważ Cerf był wcześniakiem, miał słaby słuch i w wieku trzynastu lat zaczął nosić aparat słuchowy. Mniej więcej w tym samym czasie zaczął również chodzić do szkoły w płaszczu i krawacie, nosząc w ręce aktówkę. „Nie chciałem dopasowywać się do całej reszty – wspominał. – Pragnąłem wyglądać inaczej i być kimś zauważanym. To był bardzo skuteczny sposób na osiągnięcie tego celu, no i lepszy niż noszenie kolczyka w nosie – tego w latach pięćdziesiątych mój tato na pewno by nie zaakceptował”¹⁰³.

W szkole średniej Cerf został serdecznym przyjacielem Crockera – spędzali razem weekendy, przygotowując projekty naukowe i grając w trójwymiarowe szachy. Po ukończeniu studiów na Uniwersytecie Stanforda i dwóch latach spędzonych w IBM-ie Vint został doktorantem na UCLA, gdzie pracował w grupie Kleinrocka. To tam spotkał Boba Kahna, a panowie zachowali bliski kontakt, kiedy Kahn zaczął pracować w BBN, a potem przeniósł się do ARPA.

Gdy Kahn skupił się wiosną 1973 roku na swojej inicjatywie dotyczącej

zbudowania intersieci, odwiedził Cerfa i opisał wszystkie systemy, które wykorzystywały komutację pakietów i zaczęły działać niezależnie od ARPANET-u. „Co trzeba zrobić, by połączyć ze sobą te różne sieci pakietowe?” – spytał Kahn. Cerf podjął wyzwanie, a panowie spotykali się przez trzy kolejne miesiące podczas lunchów, rozpoczynając współpracę, która doprowadziła do narodzin internetu. „Od razu się w to zaangażowaliśmy – wspominał później Kahn. – Vint jest tym typem człowieka, który lubi zakasać rękawy i oznajmić: »Zabierajmy się do roboty«. To był moim zdaniem prawdziwy haust świeżego powietrza”¹⁰⁴.

Zaczęli od zorganizowania w czerwcu 1973 roku na Stanfordzie spotkania w celu zebrania koncepcji. Jak wspominał później Cerf, na skutek takiego promującego kooperację podejścia rozwiązanie „przybrało charakter otwartego protokołu, w którym na tym bądź innym etapie każdy maczał palce”¹⁰⁵. Największy wkład mieli jednak Kahn i Cerf, którzy organizowali wypełnione intensywną pracą sesje i zaszywali się w Rickeys Hyatt House w Palo Alto lub w hotelu niedaleko portu lotniczego Waszyngton-Dulles. „Vint wstawał z łóżka i tworzył rysunki z pajakami – wspominał Kahn. – Często zdarzało się, że podczas dyskusji stwierdzał: »Pozwól, że przedstawię to w formie rysunku«”¹⁰⁶.

Któregoś dnia w październiku 1973 roku Cerf stworzył w holu hotelowym w San Francisco prosty szkic, który skodyfikował ich podejście. Rysunek przedstawiał rozmaite sieci, takie jak ARPANET i PRNET – każdy z tych systemów obejmował wiele urządzeń, a oprócz tego był wyposażony w kilka komputerów pełniących funkcję „bram” i przekazujących pakiety między sieciami. Ostatecznie Kahn i Cerf spędzili cały weekend w biurze ARPA niedaleko Pentagonu, gdzie przesiedzieli niemal dwie noce, po czym udali się do pobliskiego hotelu Marriott na tryumfalne śniadanie.

Kahn i Cerf odrzucili pomysł, który zakładał, że poszczególne sieci będą mogły zachować własne, odmienne protokoły, choć do takiej koncepcji łatwiej by było przekonać wszystkich zainteresowanych. Potrzebny był jednak wspólny protokół. To umożliwiłoby dynamiczny rozwój nowej intersieci, gdyż wówczas można by do niej podłączyć dowolny komputer

lub sieć używającą nowego protokołu i nie trzeba by było stosować dodatkowego systemu tłumaczącego. Przesyłanie danych między ARPANET-em a pozostałymi sieciami miało przebiegać bez żadnych zakłóceń. Kahn i Cerf wpadli zatem na pomysł zastosowania we wszystkich komputerach takiej samej metody i szablonu adresowania pakietów. To przypominało sytuację, w której wszystkie kartki pocztowe nadawane na całym świecie musiałyby mieć adres zawierający cztery linijki tekstu i obejmujący numer domu, a także nazwę ulicy, miasta i kraju zapisane alfabetem łacińskim.

Na skutek tych działań narodził się protokół internetowy (Internet Protocol, IP), który określał, jak należy zapisywać w nagłówku pakietu jego adres docelowy, a oprócz tego ułatwiał wyznaczenie drogi, którą dana porcja informacji musi przebyć do celu. Na ten system nałożono wyższą warstwę protokołu – TCP (Transmission Control Protocol): definiował on kolejność, jaką należy zachować podczas składania pakietów w jedną całość, kontrolował to, czy nie brakuje jakiejś porcji danych, a oprócz tego pozwalał wygenerować prośbę o dosłanie informacji, które ewentualnie mogły zaginąć po drodze. Całość została nazwana modelem TCP/IP. Kahn i Cerf opublikowali te informacje w artykule *A Protocol for Packet Network Interconnection* („Protokół łączności pomiędzy sieciami pakietowymi”). W ten sposób narodził się internet.

Podczas obchodzonej w 1989 roku dwudziestej rocznicy utworzenia ARPANET-u Kleinrock, Cerf i wielu innych pionierów zgromadziło się na UCLA, gdzie powstał pierwszy węzeł sieci. Jubileusz został uczczony wierszami, piosenkami i rymowankami. Cerf przedstawił parodię dzieła Szekspira zatytułowaną *Rosenkrantz i Ethernet*, w której pojawiało się hamletowskie pytanie o wybór między komutacją pakietów a dedykowanymi obwodami.

Cały świat jest siecią! Wszystkie w nim dane to ledwie pakiety
które pojawiają się na chwilę w systemach store and forward,
po czym bez śladu nikną. Oto sieć, która czeka na komutację!

Komutować albo nie komutować? Oto jest pytanie:
Czy lepiej ścierpieć stosowanie mechanizmu
store and forward w stochastycznych sieciach,
Czy raczej stworzyć obwody, które zmogą pakietów morze
I będą służyć im z oddaniem?^{[107](#)}

Gdy na świecie pojawiło się kolejne pokolenie i nadszedł rok 2014, Cerf pracował w Google'u w Waszyngtonie, nadal dobrze się bawiąc i nie mogąc nadziwić się cudom, które narodziły się dzięki internetowi. Z okularami Google Glass na nosie zauważył, że co roku pojawia się jakaś nowinka. „Na fundamentach internetu powstają serwisy społecznościowe – w ramach eksperymentu założyłem konto na Facebooku – aplikacje biznesowe, rozwiązania mobilne oraz mnóstwo innych rzeczy – stwierdził. – Sieć została przeskalowana milion razy. Niewiele jest rzeczy, które po takim powiększeniu nadal działają. Okazuje się jednak, że stare protokoły, które stworzyliśmy, nadal spisują się bez zarzutu”^{[108](#)}.

Połączona kreatywność

Komu zatem należy przypisać największe zasługi związane ze stworzeniem internetu? (Powstrzymajmy się w tym miejscu od pojawiających się w takiej sytuacji żartów na temat Ala Gore'a. W rozdziale 10 dotrzemy jeszcze do roli, którą odegrał – uprzedzając fakty, napiszę, że rzeczywiście miał w to swój wkład). Podobnie jak w wypadku pytania o to, kto wynalazł komputer, odpowiedzią jest stwierdzenie, że było to dzieło wspólnej kreatywności. Paul Baran wyjaśnił to kiedyś Katie Hafner i Matthew Lyonowi, pisarzom zajmującym się technologią, i przy okazji przedstawił piękny obraz, który można odnieść do wszystkich innowacji:

Proces rozwoju technologicznego przypomina budowanie katedry. Na przestrzeni kilkuset lat pojawiają się nowi ludzie, którzy kładą elementy na starych podstawach i stwierdzają: „Zbudowałem katedrę”. Miesiąc później na istniejącej już konstrukcji ktoś umieszcza następny

fragment układanki. Potem pojawia się historyk i zadaje pytanie: „Kto zbudował katedrę?”. Piotr położył tu kilka kamieni, Paweł dodał kilka kolejnych. Jeżeli nie zachowasz należytej ostrożności, możesz nabrać przekonania, że to ty zrealizowałeś najważniejszą część projektu. Prawda jest jednak taka, że wkład każdej osoby musi bazować na wykonanej wcześniej pracy. Wszystko jest powiązane z pozostałymi elementami¹⁰⁹.

Internet został w pewnej mierze zbudowany dzięki rządowi; swój wkład w ten projekt miały też prywatne firmy, ale sieć była przede wszystkim dziełem luźno związanej grupy naukowców i hakerów, którzy działali w duchu partnerstwa, dzieląc się nowatorskimi pomysłami. Następstwem tego rodzaju kooperacji jest sieć, która funkcjonuje na tych samych zasadach. To nie był wyłącznie szczęśliwy traf. Internet został zbudowany na fundamentach przeświadczenia o tym, że władza nie powinna być scentralizowana, ale rozproszona, natomiast wszelkiego rodzaju autorytarne dyktaty należy udaremniać. Jak ujął to Dave Clark, jeden z pierwszych członków stowarzyszenia Internet Engineering Task Force (Internetowy Zespół do spraw Technicznych), „nie akceptujemy królów, prezydentów i głosowań. Wierzimy w prostą jednomysłność i działający kod”¹¹⁰. Następstwem właśnie takich poglądów było stworzenie połączonej siecią wspólnoty – miejsca, w którym innowacje są dziełem wielu osób swobodnie wymieniających się ideami.

Innowacje nie powstają dzięki wysiłkom samotników, a internet stanowi doskonałe potwierdzenie tej tezy. „Dzięki sieciom komputerowym samotność naukowców jest zastępowana przez bogactwo wspólnych badań” – można było przeczytać w pierwszym wydaniu oficjalnego newslettera nowej sieci – „ARPANET News”.

Pionierzy sieci, tacy jak J.C.R. Licklider i Bob Taylor, zdawali sobie sprawę z tego, że ze względu na to, jak został stworzony, internet będzie siłą rzeczy zachęcał do zawierania partnerstw i budowania wirtualnych społeczności. A to dawało fantastyczne możliwości. „Osoba korzystająca

z sieci będzie szczęśliwsza, ponieważ grono ludzi, z którymi będzie nawiązywać najsilniejsze więzi, zostanie wyselekcjonowane na bazie wspólnych zainteresowań i celów, a nie przypadkowej obecności w sąsiedztwie” – napisali w wizjonerskim artykule *The Computer as a Communication Device* („Komputer jako urządzenie do komunikacji”) z 1968 roku. Ich optymizm graniczył z utopią. „Każdy, kto będzie mógł sobie pozwolić na konsolę, będzie miał mnóstwo okazji, by znaleźć swoje powołanie, gdyż cały świat informacji, łącznie ze wszystkimi obszarami i dyscyplinami nauki, będzie stał przed tą osobą otworem”¹¹¹.

To wszystko nie wydarzyło się jednak z dnia na dzień. Po tym jak w połowie lat siedemdziesiątych doszło do narodzin internetu, musiało się jeszcze pojawić kilka kolejnych innowacji niezbędnych do tego, by globalna sieć stała się narzędziem zmieniającym oblicze świata. Początkowo dostęp do internetu miała zamknięta społeczność złożona przede wszystkim z naukowców pracujących w instytucjach wojskowych i cywilnych. Cywilna kopia ARPANET-u została w pełni udostępniona użytkownikom dopiero na początku lat osiemdziesiątych, a zanim do tego systemu mogła się podłączyć większość zwykłych ludzi, musiało minąć kolejne dziesięć lat.

Istniał jeszcze jeden istotny czynnik ograniczający popularność sieci: z internetu mogli korzystać wyłącznie ci, którzy mieli bezpośredni dostęp do komputerów; te zaś wciąż były duże, nieoswojone, kosztowne i nie sprzedawano ich w zwykłych sklepach ze sprzętem elektronicznym. Aby era cyfrowa mogła stać się siłą sprawczą przemian na świecie, komputery musiały zamienić się w urządzenia naprawdę osobiste.

ⁱ Z czasem te proporcje zaczęły się zmieniać – w 2010 roku rządowe wydatki na badania odpowiadały połowie środków przeznaczanych na ten cel przez firmy znajdujące się w prywatnych rękach.

ⁱⁱ W dosłownym tłumaczeniu: Półautomatyczne Środowisko Naziemne – choć słowo „sage” może być też tłumaczone jako „mędrzec” lub „mądry” – przyp. tłum.

ⁱⁱⁱ Politycy nieustannie zmieniali zdanie w kwestii tego, czy w akronimie powinna się pojawić litera „D” pochodząca od słowa „Defense” (obronność). Agencja została powołana

do życia w 1958 roku jako ARPA, ale w 1972 roku jej nazwę zmieniono na DARPA. W 1993 roku przywrócono oryginalny zapis ARPA, by po trzech latach wrócić do nazwy DARPA.

[iv](#) Rodzaj transformatora, który wykorzystując prąd dostępny w gniazdku, może wytworzyć bardzo wysokie napięcie. Takiemu procesowi często towarzyszą efektowne wyładowania elektryczne.

Rozdział 8

Komputery osobiste

As We May Think

Twórcą koncepcji komputera osobistego, czyli takiego, który przeciętny człowiek mógłby kupić i zabrać do domu, był Vannevar Bush. Po tym, jak zbudował swój wielki komputer analogowy w MIT i pomógł zorganizować triumwirat wojskowo-przemysłowo-akademicki, napisał esej pod tytułem *As We May Think* („Jak możemy myśleć”), który ukazał się w lipcu 1945 roku w czasopiśmie „Atlantic”ⁱ [1](#). Przedstawił w nim hipotetyczne urządzenie osobiste, które nazwał „memex”. Miało być ono narzędziem do zapisywania i odtwarzania wypowiedzi użytkownika, obrazów i innych danych: „Wyobraźmy sobie dostępne w przyszłości urządzenie do użytku osobistego, będące niejako mechanicznym połączeniem prywatnej kartoteki i biblioteki. [...] Memex taki służyłby właścicielowi do przechowywania wszystkich posiadanych książek, nagrań i korespondencji, do których ten dzięki mechanicznej naturze urządzenia miałby błyskawiczny i elastyczny dostęp. Byłby osobistym rozszerzeniem pamięci właściciela”. Szczególne znaczenie miało tu słowo „osobisty”. Bushowi i jego naśladowcom zależało na znalezieniu sposobu, dzięki któremu ludzie mogliby żyć się z maszynami.

Bush wyobrażał sobie, że jego urządzenie będzie pozwalało wprowadzać dane bezpośrednio – na przykład za pomocą klawiatury. Przewidział nawet rozwiązania, takie jak odnośniki hipertekstowe, udostępnianie plików i współpraca zdalna. „Pojawi się zupełnie nowy rodzaj encyklopedii – poprzepłatany sieciami ścieżek odwołań, przygotowanych tak, by uruchamiać je w memexie przy wykorzystaniu jego szczególnych możliwości” – napisał pół wieku przed powstaniem Wikipedii.

Rozwój komputeryzacji, przynajmniej początkowo, podążył niestety inną drogą, niż wyobrażał sobie Bush. Zamiast stać się osobistymi narzędziami i bankami pamięci, pierwsze komputery przyjęły postać przemysłowych i militarnych kolosów, udostępnianych w systemie czasu dzielonego badaczom i pozostających zupełnie poza zasięgiem zwykłych ludzi. Na początku lat siedemdziesiątych XX wieku co bardziej pomysłowe firmy, na przykład DEC, produkowały już minikomputery wielkości małej łódówki, ale nie dopuszczały myśli, że może istnieć rynek dla modeli biurkowych, które mieliby kupować i użytkować zwykli zjadacze chleba. „Nie widzę powodu, dla którego ktokolwiek mógłby chcieć posiadać komputer na własność” – oznajmił szef DEC-a Ken Olsen w maju 1974 roku. Miało to miejsce podczas zebrania, na którym kierownictwo działu operacji DEC-a debatowało, czy stworzyć mniejszą, osobistą wersję komputera PDP-8 na rynek konsumencki². Przez takie nastawienie prowadzonymi rewolucji komputerowej, która wybuchła w połowie lat siedemdziesiątych, zostali kontrkulturowi przedsiębiorcy, którzy zakładali w centrach handlowych i garażach firmy używające nazw takich jak Altair czy Apple.



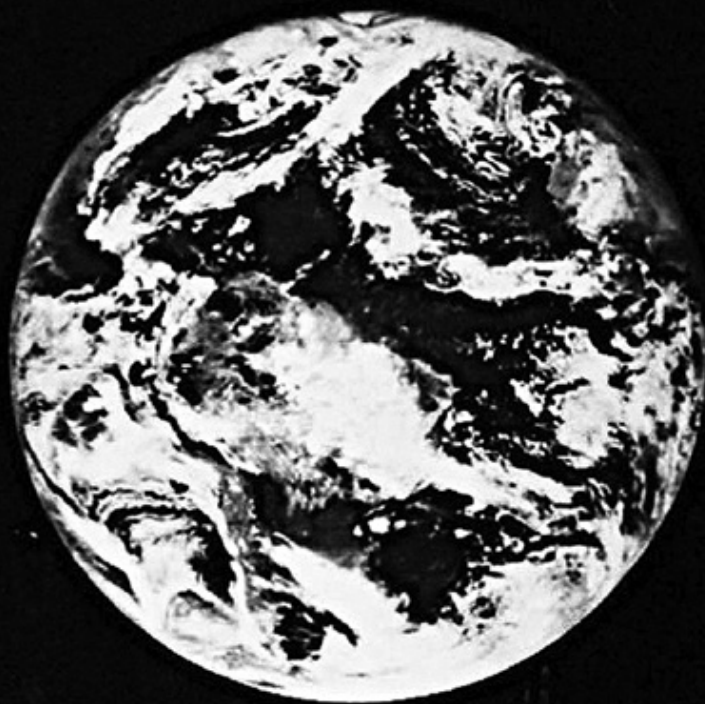
Ken Kesey (1935–2001) z fletem na dachu autobusu



Stewart Brand (ur. 1938)

WHOLE EARTH CATALOG

access to tools



Fall 1968

\$5

Pierwsze wydanie, jesień 1968 roku

Kulturowa mikstura

Komputery osobiste nigdy by nie powstały, gdyby nie szereg skoków technologicznych, a zwłaszcza wynalezienie mikroprocesorów: trawionych na malutkich płytkach układów, w których zintegrowano wszystkie funkcje głównej jednostki obliczeniowej. Za napędzanie i kształtowanie innowacji zawsze jednak w pewnym stopniu odpowiadają siły społeczne, które zostawiają na nich niepowtarzalny odcisk. Tak się złożyło, że na początku lat siedemdziesiątych XX wieku w okolicach zatoki San Francisco zaczął się formować niebywale twórczy tygiel kulturowy, którego skład szczególnie sprzyjał powstawaniu komputerów domowej produkcji.

Jakież to „plemiona” tworzyły tę mieszanę kultur?³ Pierwsi byli inżynierowie, każdy z obowiązkowym plastikowym ochraniaczem na długopisy w kieszeni koszuli; przenieśli się w rejony San Francisco z nadzieją na zdobycie pracy u rosnących w siłę dostawców wojskowych w rodzaju Westinghouse’a i Lockheeda. Następnie pojawiła się kultura startupowa w postaci Intela, Atari i podobnych przedsiębiorstw, w których nagradzano kreatywność i brzydzono się tłamszącą biurokracją. Z MIT przyjechali hakerzy spragnieni komputerów, które mogliby mieć tylko dla siebie. Istniała też subkultura krótkofalowców, phreakerów i zapalonych hobbystów, których kręciło włamywanie się do systemu telefonicznego Bella albo podkradanie czasu na komputerach należących do wielkich korporacji. Ostatnią zaś, ale też ważną grupą, byli pochodzący głównie z San Francisco i Berkeley idealisci i działacze społeczni, którzy szukali sposobów, by, jak to ujęła jedna z członkiń tej grupy, Liza Loop: „zatriumfować nad biurokratyczną mentalnością, zaprzęgając owoce postępu technologicznego do własnych celów”⁴.

Wszystko to przyprawione zostało trzema smakami kontrkultury. Pierwszym z nich byli hipisi – dzieci pokolenia bitników, epatujące radosnym buntem, który karmili psychodelikami i rockiem. Obok nich działali aktywiści nowej lewicy, którzy pomogli zorganizować protest Free Speech Movement (Ruch Wolności Słowa) na Berkeley i wiece

antywojenne na terenie kampusów w całym kraju. Wpleceni w obie grupy byli jeszcze wyznający filozofię zrób-to-sam wspólnotowcy, skupieni wokół magazynu „Whole Earth Catalog” Stewarta Branda. Byli to ludzie, którym zależało na sprawowaniu pełnej kontroli nad własnymi narzędziami, dzieleniu się zasobami oraz opieraniu konformizmowi i scentralizowanej władzy narzucanej przez elity rządzące.

Plemiona te wiele dzieliło, a mimo to przenikały się nawzajem, a ich członkowie wyznawali wiele wspólnych wartości. Wszyscy cenili kreatywną samodzielność, którą kultywowali od najmłodszych lat, budując radioodbiorniki z zestawów Heathkit, czytając na studiach „Whole Earth Catalog” i marząc o zamieszkaniu w hipisowskiej komunie. Mieli też głęboko zakorzenione typowo amerykańskie przekonanie, co do którego tak bardzo pomylił się Tocqueville, czyli że hardy indywidualizm i pragnienie wspólnoty nie tylko się nie wykluczają, ale wręcz uzupełniają, szczególnie kiedy wspólna praca ma twórczy charakter. Amerykańska kultura zrób-to-sam od początku – od czasów, kiedy wspólnymi siłami stawiano stodoły albo szyto ubrania – była tak naprawdę kulturą zróbmy-to-sami. Do tego dochodził fakt, iż ludzi zamieszkujących okolice San Francisco pod koniec lat sześćdziesiątych jednoczyła niechęć do elit rządzących i pragnienie zachowania kontroli nad dostępem do informacji. Chcieli zastąpić trudną do zrozumienia, tajemniczą i orwellowską technologię rozwiązaniami jawnymi, przyjaznymi i zbliżającymi ludzi. Jak ujął to Lee Felsenstein, człowiek stanowiący wcielenie wielu wyżej wspomnianych nurtów kulturowych: „Chcieliśmy, by powstały komputery osobiste, bo zależało nam na uwolnieniu się od ograniczeń narzucanych przez instytucje rządowe i korporacyjne”⁵.

Ken Kesey był w tym kulturowym gobelinie muzą hipisowskiej nici. W 1958 roku skończył studia na Uniwersytecie Oregońskim i wyjechał w rejony San Francisco. Tam zaczął uczęszczać na organizowane na Stanfordzie zajęcia podyplomowe z twórczego pisanie, podjął pracę na nocnej zmianie w szpitalu psychiatrycznym i zgłosił się w roli królika

doświadczalnego do projektu MKUltra – finansowanych przez CIA eksperymentów, które miały ocenić działanie psychodelicznego narkotyku LSD. Tak się złożyło, że Kesey LSD bardzo, ale to bardzo polubił. Wybuchowa mieszanka twórczego pisarstwa, brania kwasu za pieniądze i pracy w charakterze sanitariusza w szpitalu psychiatrycznym zaowocowała jego pierwszą powieścią, *Lotem nad kukułczym gniazdem*.

Podczas gdy inni kontrkulturowcy z okolic Stanfordu zakładali firmy elektroniczne, Kesey przeznaczył dochody z książki oraz pewną ilość kwasu, którą udało mu się wyswobodzić z rąk CIA, na założenie jednej z pierwszych komun hipisowskich. Nazwał ją Merry Pranksters (Weseli Dowcipnisie). W 1964 roku Kesey wraz z ekipą wyruszyli na psychodeliczną odyseję poprzez kraj starym szkolnym autobusem, który nazwali Furthurⁱⁱ (pisownia została później poprawiona) i pomalowali we fluorescencyjne esy-floresy.

Po powrocie Kesey urządził u siebie w domu serię „prób kwasu”, a pod koniec 1965 roku, jako że był w tym samym stopniu hipisem co przedsiębiorcą, postanowił zacząć organizować je publicznie. Jedno z pierwszych takich wydarzeń miało miejsce w grudniu w San Jose w klubie muzycznym Big Ng's. Kesey zatrudnił z tej okazji barową kapelę niejakiego Jerry'ego Garcii, która dopiero co zmieniła nazwę z Warlocks na Grateful Dead⁶. I w ten oto sposób narodził się ruch Flower Power.

W tym samym czasie, w którym Kesey przeprowadzał swoje eksperymenty, rosły w siłę pokrewne kulturowo i równie wywrotowe nastroje pacyfistyczne. Zetknięcie się hipisowskiej i antywojennej wrażliwości zaowocowało szeregiem charakterystycznych utworów, które dziś śmieszą, ale wówczas wydawały się naprawdę głębokie. Były wśród nich psychodeliczne plakaty namawiające, by „uprawiać miłość, nie wojnę”, i farbowane T-shirty, ozdobione symbolami pokojowymi.

Członkowie obu tych ruchów byli też, przynajmniej początkowo, nieufnie nastawieni do komputerów. Masywne, furkoczące taśmami i błyskające lampkami mainframe'y jawiły się im jako odczłowieczające i orwellowskie. Widzieli w nich narzędzia korporacyjnej Ameryki, Pentagonu, struktur

władzy. Bali się tego, przed czym ostrzegał socjolog Lewis Mumford w *Micie maszyny*, czyli że wraz z nastaniem komputerów „człowiek stanie się biernym, pozbawionym celu, wytresowanym przez maszyny zwierzęciem”⁷. „Nie składać, nie dziurawić, nie rozdzierać”, czyli upomnienie drukowane na wszystkich kartach perforowanych, zaczęło funkcjonować jako ironiczny slogan. Przewijało się wszędzie, od protestów antywojennych na Sproul Plaza w Berkeley po komuny hipisowskie w dzielnicy Haight-Ashbury w San Francisco.

Nastawienie to zaczęło się zmieniać na początku lat siedemdziesiątych, kiedy pojawiła się nadzieja na powstanie komputerów osobistych. „Przestano gardzić komputerami jako narzędziami biurokratycznej kontroli i zaczęto je postrzegać jako symbole wyzwolenia i osobistej ekspresji” – napisał John Markoff w swojej historii tej epoki, *What the Dormouse Said*⁸ („Co powiedziała orzesznica”). Z kolei profesor Yale Charles Reich w książce *The Greening of America* („Zielenienie Ameryki”), która posłużyła za manifest nowej ery, odrzucał dotychczasowe hierarchie korporacyjne i społeczne, nawołując do tworzenia nowych struktur, które zarówno premiowałyby pracę zespołową, jak i zwiększały prawa jednostki. Zamiast potępiać komputery jako narzędzia dotychczasowej struktury władzy, argumentował, że gdyby stały się bardziej osobiste, mogłyby przyspieszyć rozwój świadomości społecznej: „Maszyny te, skoro już je zbudowano, można teraz wykorzystać dla ludzkich potrzeb, by człowiek mógł raz jeszcze stać się twórczą siłą, zdolną odnawiać i kształtować własne życie”⁹.

Miłośnicy technologii zaczęli zakładać własne plemiona. Dzieła guru techniki w rodzaju Norberta Wienera, Buckminstera Fullera i Marshalla McLuhana stały się lekturami obowiązkowymi w komunach i akademikach. Na początku lat osiemdziesiątych naczelną piewca zalet LSD Timothy Leary uaktualnił swoją słynną mantrę „włącz się, dostrój i odleć” i zaczął doradzać, by „uruchomić komputer, załadować system i się wpiąć”¹⁰. Ówczesny poeta rezydent na Caltechu Richard Brautigan w 1967 roku uchwycił nowy kontrkulturowy etos w wierszu *Dozorowani z czułą troską*,

który zaczynał się od słów¹¹:

Lubię myśleć (i
im więcej, tym lepiej!)
o cybernetycznych łąkach,
gdzie ssaki i komputery
żyją wspólnie w nieustannym
programowaniu harmonii,
podobnej do czystej wody
dotykającej jasnego niebaⁱⁱⁱ.

Stewart Brand

Najdoskonalszym uosobieniem i najbardziej żywiołowym ambasadorem sojuszu między hipisami i miłośnikami technologii był Stewart Brand – szczapowaty entuzjasta o wyszczerzonym uśmiechu, który przez kilkadziesiąt lat wyskakiwał niczym chochlik z kapelusza na styku różnych ciekawych ruchów kulturowych. „Pogarda, jaką kontrkulturowcy odczuwali dla scentralizowanej władzy, stała się fundamentem rewolucji z udziałem komputerów osobistych” – napisał w 1995 roku w artykule pod tytułem *We Owe It All to the Hippies* („Wszystko to zawdzięczamy hipisom”), który ukazał się w „Timie”.

Korzeni dzisiejszej cyberrewolucji należy szukać we wspólnotowości i wolnościowych poglądach hipisów. [...] W naszym pokoleniu większość ludzi gardziła komputerami, które postrzegano jako ucieleśnienie scentralizowanej kontroli. Mimo to mała grupa – której członków nazwano później „hakerami” – zaakceptowała komputery i postanowiła przemienić je w narzędzia wyzwolenia. Młodociani programiści, którzy w pełni świadomie odciągnęli resztę cywilizacji od scentralizowanych komputerów typu mainframe [...] pomogli zbudować autostradę do przyszłości¹².

Brand urodził się w 1938 roku w Rockford w stanie Illinois. Jego ojciec – wspólnik w agencji reklamowej i, jak nadzwyczaj wielu ojców przedsiębiorców ery cyfrowej, miłośnik krótkofalarstwa – miał tam biuro. Młody Stewart podjął studia biologiczne na Stanfordzie w ramach stypendium Korpusu Szkolenia Oficerów Rezerwy Armii Stanów Zjednoczonych. Po zdobyciu dyplomu odsłużył dwa lata jako oficer piechoty, podczas których odbył szkolenie spadochroniarskie, a następnie otrzymał posadę fotografa wojskowego. Po odejściu z wojska Brand zaczął prowadzić radosne życie, składające się głównie z wędrówek pomiędzy różnymi społecznościami, działającymi na styku performansu i nowoczesnej technologii¹³.

Nie więc dziwnego, że żyjący na styku technologii i kreatywności Brand należał do pierwszych osób, które eksperymentowały z LSD. Po tym jak w 1962 roku zapoznał się z tym narkotykiem w pseudoklinice niedaleko Stanfordu, zaczął regularnie bywać na spotkaniach Merry Pranksterów Kesey’ego. Brand pełnił też funkcję fotografa, operatora sprzętu i producenta w kolektywie sztuki multimedialnej USCO. Pomagał organizować imprezy z muzyką acidrockową, popisami technologicznej magii, światłami stroboskopowymi, projekcjami oraz występami angażującymi publiczność. Bywało, że na scenie USCO pojawiali się z odczytami Marshall McLuhan, Dick Alpert i inni prorocy New Age. Jedna z ulotek promocyjnych grupy deklarowała, że celem USCO było „zjednoczenie kultu mistycyzmu i technologii w celu zapewnienia podstaw do introspekcji i komunikacji międzyludzkiej”. Z pewnością trafiło to w gust niejednego uduchowionego miłośnika postępu. Technologia była narzędziem do wyrażania siebie, które mogło poszerzać granice kreatywności, ale też, podobnie jak narkotyki i rock, umożliwiała bunt.

Brand stracił wiarę, że władza kiedykolwiek trafi w ręce ludu, od kiedy tym sloganem protestów z lat sześćdziesiątych zaczęli się posługiwać aktywiści polityczni nowej lewicy. Uważał za to, że komputery naprawdę mogą dać nowe możliwości zwykłym ludziom. „»Władza w ręce ludu« to romantyczne kłamstwo – powiedział później. – Komputery wpłynęły na

społeczeństwo w większym stopniu niż polityka”¹⁴. Brand odwiedził stanfordzką pracownię sztucznej inteligencji i przygotował o niej artykuł dla „Rolling Stone’a”. „To najbardziej energiczne miejsce, do którego trafiłem od czasu prób kwasu Merry Pranksterów. Ludzie uwijają się tu jak pszczołki” – napisał. Zdał sobie sprawę, że ta kombinacja kontr- i cyberkultury stanowi przepis na rewolucję cyfrową. „Świry, które wymyślają informatykę”, wyrwą władzę z rąk „potężnych, bogatych instytucji” – deklarował. „Czy jesteśmy na to gotowi, czy nie, komputery już niedługo trafią do ludzi. To dobra wiadomość, chyba najlepsza od czasów pojawienia się psychodeliki”. Ta utopijna wizja, dodał jeszcze, „pasowała do romantycznych fantazji ojców nauki, Norberta Wienera, J.C.R. Licklida, Johna von Neumanna i Vannevara Busha”¹⁵.

Dzięki tym doświadczeniom Brand idealnie nadawał się do pomocy przy organizacji jednego z niezapomnianych wydarzeń kultury hipisowskiej: Festiwalu Trips, który odbył się w styczniu 1966 roku w Longshoremen’s Hall w San Francisco. Rozochoceny próbami kwasu, które wyprawiali raz w tygodniu przez cały grudzień, Brand zasugerował Kesey’emu zorganizowanie gigantycznej trzydniowej wersji takiej imprezy. Zaproponował też, że zajmie się szukaniem artystów i wsparciem technicznym. Festiwalowe szaleństwo rozpoczęło się od występu jego własnej kapeli, America Needs Indians, z multimedialnym „sensorium”, w którego skład wchodziły elektroniczny pokaz świateł, projekcja obrazów, muzyka i tańce w wykonaniu Indian. Później widownia wzięła udział w „olśnieniach, audioprojekcjach, nieustającej eksplozji, karnawale niesamowitości, projekcjach wodnych i koncercie Jazz Mice” – napisano w programie. A wszystko to już pierwszej nocy. Drugiego wieczoru pierwszy wyszedł na scenę Kesey, który nadzorował przebieg imprezy ze specjalnego rusztowania i przebywał na wolności za kaucją, bo kilka dni wcześniej aresztowano go na dachu domu Branda za posiadanie narkotyków. Po zespole Merry Pranksterów – Psychedelic Symphony – pojawili się Big Brother and the Holding Company, Grateful Dead i członkowie gangu motocyklowego Hells Angels. Tom Wolfe podjął próbę

uchwycenia technodelicznej esencji festiwalu w książce *Próba Kwasu w Elektrycznej Oranżadzie*, jednej z najważniejszych pozycji tak zwanego nowego dziennikarstwa:

Reflektory i projektory filmowe omiatają salę, chodzi pięć projektorów filmowych i Bóg jeden wie ile rzutników światła, interferometri, intergalaktyczne morza science fiction na wszystkich ścianach, głośniki, którymi sala naszpikowana jest wszędzie wokół jak płonącymi kandelabrami, eksplodują stroboskopy, lampy ultrafioletowe z umieszczonymi pod nimi obiektami w Day-Glo i z farbą Day-Glo do zabawy, światła uliczne u każdego wejścia błyskają na czerwono i żółto, [...] stadko dziwnych dziewczyn w gimnastycznych trykotach skacze wokoło i gwizdże w gwizdki do tresury psów.

Ostatniego wieczoru szczególnie entuzjastycznie celebrowano technologię. „Jako że wspólnym elementem wszystkich atrakcji jest ELEKTRYCZNOŚĆ, zabawa będzie prowadzona na żywo na podstawie bodźców dostarczanych przez MASZYNĘ DO PINBALLA – głosił radośnie program imprezy. – Zachęcamy do pojawienia się w SZALONYM UBIORZE i przyniesienia własnych GADŻETÓW (zapewniamy gniazdka elektryczne)”¹⁶.

Takie zestawienie narkotyków, rocka i technologii – kwasu i gniazdek elektrycznych! – mogło razić. Co jednak ważniejsze, Trips Festival był genialnym pokazem fuzji technologii, kontrkultury, przedsiębiorczości, gadżeciarstwa, muzyki, sztuki i inżynierii, która ukształtowała epokę komputerów osobistych. W rejonie zatoki San Francisco składniki te swobodnie się mieszały, co zaowocowało całymi rzeszami innowatorów, którzy doskonale odnajdywali się na styku Doliny Krzemowej i Haight-Ashbury, od takich w stylu Branda po Steve’a Jobsa. „Przy okazji Festiwalu Trips Stewart Brand wyłonił się jako kontrkulturowy, ale i dogłębnie technokratyczny przedsiębiorca” – napisał historyk kultury Fred Turner¹⁷.

Pewnego lutowego dnia w 1966 roku, miesiąc po Festiwalu Trips, Brand

zażył sto mikrogramów LSD i rozsiadł się na wysypanym szutrem dachu swojego domu w dzielnicy North Beach w San Francisco. Wpatrując się w panoramę miasta, rozmyślał nad czymś, co powiedział kiedyś Buckminster Fuller: że postrzegamy świat jako płaski i rozciągający się w nieskończoność, a nie jako okrągły i nieduży, bo nigdy nie widzieliśmy go z odległego kosmosu. Jego umysł, zasilany kwasem, zaczął pojmować małość Ziemi i nabrał przekonania, że jest to coś, o czym powinni dowiedzieć się inni ludzie. „Trzeba to było podać do publicznej wiadomości, to fundamentalne lekarstwo na całe zło – wspominał. – Uznałem, że nadałaby się do tego fotografia. Kolorowa fotografia Ziemi zrobiona z kosmosu. Dzięki temu wszyscy mogliby zobaczyć całą Ziemię taką, jaka jest naprawdę: malutką i dryfującą w przestrzeni, i raz na zawsze zmieniłoby się ich postrzeganie świata”¹⁸. Brand wierzył, że mogło to zaowocować mniej egoistycznym myśleniem, poczuciem więzi z innymi ludźmi i większą empatią wobec wszystkich mieszkańców planety.

Postanowił więc nakłonić NASA do zrobienia takiego zdjęcia. Wówczas nie było jeszcze Twittera, więc kierując się niekonwencjonalną mądrością czerpaną z LSD, zdecydował się wyprodukować setki przypinek i rozdać je ludziom, żeby propagowali jego pomysł. Widniało na nich pytanie: „Dlaczego nie ma jeszcze zdjęcia całej Ziemi?”. Brand miał prosty, ale trochę wariacki plan: „Przygotowałem sobie dwustronną tablicę reklamową z tekstem napisanym fluorescencyjnym flamastrem, z przodu przymocowałem pólteczkę na przypinki, które chciałem sprzedawać za dwadzieścia pięć centów. Włożyłem biały dres i trapery, do tego kostiumowy cylinder ozdobiony kryształowym sercem i kwiatkiem, i poszedłem dać debiutancki występ pod bramą Sathera Uniwersytetu Kalifornijskiego w Berkeley”. Dyrekcja uniwersytetu zrobiła mu przysługę, wyrzucając go z terenu kampusu, co zaowocowało artykułem w „San Francisco Chronicle” i pomogło rozreklamować jego jednoosobową krucjatę. Brand wybrał się w dłuższą trasę i odwiedził ze swoją tablicą szereg uczelni w całym kraju. W końcu dotarł na Harvard i do MIT. Jeden z dziekanów MIT natknął się na niego, kiedy sprzedawał przypinki, dając

przy okazji improwizowany wykład. „Co to za wariat?” – spytał towarzyszącego mu wykładowcę o imieniu Peter. W odpowiedzi usłyszał: „To mój brat”¹⁹.

W listopadzie 1967 roku NASA przychyliła się do prośby Branda i należący do niej satelita ATS-3 zrobił zdjęcie Ziemi z wysokości 33 700 kilometrów. Posłużyło ono za ozdobę okładki i inspirację dla tytułu nowego dzieła Branda: magazynu „Whole Earth Catalog”. Jak wynikało z nazwy, był to katalog (a w każdym razie coś, co skutecznie się pod niego podszywało), tyle że sprytnie zacierający granicę pomiędzy konsumeryzmem a wspólnotowością. Podtytuł katalogu brzmiał: „Dostęp do narzędzi”, i przemawiał językiem kontrkulturowców pragnących powrotu na łono natury, osiągając przy tym cel Branda, którym było zapewnienie ludziom dostępu do technologii. Na pierwszej stronie pierwszego wydania można było przeczytać wyjaśnienie: „Powstaje nowy świat indywidualnych, osobistych możliwości, w którym każdy człowiek będzie mógł samodzielnie zdobywać wykształcenie, samodzielnie szukać inspiracji, samodzielnie kształtować swoje środowisko i dzielić się doświadczeniami z każdym, kto wyrazi na to ochotę. »Whole Earth Catalog« zajmuje się poszukiwaniem i promocją narzędzi, które mogą wspomóc ten proces”. Na następnej stronie wydrukowany był wiersz Buckminstera Fullera, który zaczynał się od słów: „Dostrzegam Boga w narzędziach i mechanizmach, które działają niezawodnie”. Pierwsze wydanie obok koralu i kurtek z kozłej skóry reklamowało między innymi książkę *Cybernetyka* Norberta Wienera i programowalny kalkulator Hewletta-Packarda. Katalogowi przyświecało przekonanie, że miłość do Ziemi nie musi się kłócić z miłością do technologii, że hipisi i inżynierowie mogą się zjednoczyć we wspólnej sprawie, a przyszłość powinna być festiwalem, na którym na każdego będzie czekało gniazdko elektryczne²⁰.

Brand nie podchodził do swojej działalności politycznie – w odróżnieniu od nowej lewicy. Nie był nawet przeciwnikiem materializmu, bo przecież zachwycał się komercyjnymi gramami i gadżetami. Udało mu się jednak lepiej od innych zjednoczyć wiele środowisk swojej epoki. Pogodził

zażywających LSD hipisów, inżynierów i idealistycznych społeczników walczących z centralizacją kontroli nad technologią. „Brand przez »Whole Earth Catalog« rozpropagował koncepcję komputera osobistego” – powiedział jego przyjaciel Lee Felsenstein²¹.

Douglas Engelbart

Wkrótce po ukazaniu się pierwszego wydania „Whole Earth Catalog” Brand pomógł zorganizować niecodzienne wydarzenie przywodzące na myśl technochoreografię Festiwalu Trips ze stycznia 1966 roku. Niesamowity pokaz, do którego przyłożył rękę, nazwany *Mother of All Demos* (Matka Wszystkich Pokazów), odbył się w grudniu 1968 roku i został uznany za narodziny kultury komputerów osobistych, podobnie jak Festiwal Trips zaznaczył początek ery kultury hipisowskiej. Wszystko dzięki temu, że Brand jak magnes przyciągał interesujące osoby i chętnie podtrzymywał z nimi kontakty. Tym razem jego partnerem był inżynier Douglas Engelbart, którego życiowym celem było poszukiwanie sposobów komputerowego wspomagania ludzkiej inteligencji.

Ojciec Engelbarta był inżynierem elektrykiem i prowadził w Portland w stanie Oregon sklep, w którym sprzedawał i naprawiał radia. Dziadek z kolei obsługiwał elektrownie wodne w regionie północno-zachodniego wybrzeża; chętnie zabierał rodzinę na zwiedzanie tych ogromnych zakładów i pokazywał, jak pracują turbiny i generatory. Nic zatem dziwnego, że u Engelbarta rozwinęło się zamiłowanie do elektroniki. Będąc w szkole średniej, dowiedział się, że Marynarka szkoli w tajemnicy techników do obsługi nowego urządzenia zwanego radarem. Zaczął niezwykle pilnie się uczyć, żeby się dostać do tego programu, i rzeczywiście go przyjęto²².

Podczas służby w marynarce miało miejsce jego wielkie przebudzenie. Okręt, którym płynął jego oddział, rozpoczął rejs w porcie na południe od Bay Bridge w San Francisco i kiedy machali żegnającym ich tłumom, przez megafony odczytano komunikat, że Japończycy się poddali, a tym samym

druga wojna światowa dobiegła końca. „Wszyscy krzyczeliśmy: »Zawróćcie! Pozwólcie nam wrócić i świętować!«” – wspominał Engelbart. Ale okręt płynął dalej „prosto w mgłę i chorobę morską”, aż do zatoki Leyte na Filipinach²³. Na wyspie Leyte Engelbart, ilekroć mógł, zaszywał się w bibliotece Czerwonego Krzyża w krytej strzechą chacie na palach. Natrafił tam na wydanie tygodnika „Life” zawierające bogato ilustrowany przedruk artykułu *As We May Think* Vannevara Busha z „Atlantic Monthly” – tego, w którym przedstawił on wizję memexu, osobistego urządzenia pozwalającego gromadzić informacje²⁴. „Cała ta koncepcja, by w taki sposób pomagać ludziom w pracy i myśleniu, po prostu mnie zafascynowała” – wspominał²⁵.

Po zakończeniu służby skończył studia inżynierskie na uniwersytecie stanowym w Oregonie, a następnie rozpoczął pracę w Centrum Badawczym imienia Josepha Amesa w Dolinie Krzemowej, włączonym później do NASA. Chciał też założyć rodzinę, a ponieważ chorobliwa nieśmiałość utrudniała mu poznawanie kobiet, zapisał się na zajęcia z ludowych tańców greckich w ośrodku kultury w Palo Alto. Jego plan wypalił – znalazł tam swoją przyszłą żonę. Następnego dnia po zaręczynach podczas jazdy do pracy nagle uświadomił sobie coś przerażającego, coś, co odmieniło jego życie: „Zanim dotarłem do pracy, zrozumiałem, że nie mam już więcej celów w życiu”²⁶.

Przez następne dwa miesiące gorliwie szukał sensu życia. „Analizowałem te wszystkie kruczaty, do których mógłbym się przyłączyć, żeby dowiedzieć się, jak powinienem się przekwalifikować”. Podczas tych poszukiwań uwagę Engelbarta przykuło to, jak bardzo złożone są wszelkie działania na rzecz naprawy świata. Kiedy na przykład zaczął zastanawiać się nad ludźmi starającymi się zwalczać malarię lub zwiększyć produkcję żywności w ubogich regionach, dostrzegł, że wiążą się z tym kolejne liczne problemy, jak przeludnienie czy erozja gleby. Udana realizacja jakiegokolwiek projektu wymagała wcześniejszej starannej oceny powiązanych skutków podjętego działania, rozważenia prawdopodobieństw, wymiany informacji, zorganizowania ludzi i tym podobnych. „A potem pewnego dnia po prostu

mnie oświeciło – BUM! – że kluczowa jest tu właśnie złożoność – wspominał. – I wtedy wszystko nagle zaskoczyło. Gdybym mógł w jakiś sposób znacząco pomóc ludziom w radzeniu sobie ze złożonością i pośpiechem, stanowiłoby to uniwersalną pomoc”²⁷. Byłoby to coś więcej niż zajęcie się jednym światowym problemem, bowiem ludzie zyskaliby narzędzia do rozwiązywania wszystkich.

Engelbart doszedł do wniosku, że najlepiej będzie można pomóc ludziom w radzeniu sobie ze złożonymi kwestiami, idąc śladem pomysłów Busha. Kiedy zaczął sobie wyobrażać przekazywanie informacji w sposób graficzny i w czasie rzeczywistym, bardzo przydatne okazało się jego przeszkolenie w dziedzinie obsługi radaru. „Niecałą godzinę później miałem przed oczami obraz – opowiadał – jak siedzę przed dużym ekranem wypełnionym różnymi symbolami i dzięki operowaniu nimi mogę sterować komputerem”²⁸. Tego dnia rozpoczął realizację misji polegającej na szukaniu sposobów, w które ludzie mogliby wizualnie przedstawiać swój tok myślenia i przysyłać te wizualizacje innym w celu współpracy. Chciał, innymi słowy, stworzyć interaktywne komputery wyposażone w wyświetlacze graficzne i połączone w sieć.

Było to w roku 1950, pięć lat przed narodzinami Billa Gatesa i Steve’a Jobsa. Nawet przed tym, jak do sprzedaży trafił UNIVAC, pierwszy komercyjny komputer. Już wtedy do Engelbarta przemówiła wizja Busha, że pewnego dnia ludzie będą mieli własne terminale, które będą mogli wykorzystywać do organizowania, magazynowania i udostępniania informacji. Tak doniosła koncepcja wymagała odpowiednio imponującej nazwy. Engelbart zaproponował, by ochrzcić ją inteligencją rozszerzoną. Chcąc odpowiednio się przygotować do tej pionierskiej misji, podjął studia informatyczne na Uniwersytecie Kalifornijskim w Berkeley, gdzie w 1955 roku zdobył tytuł doktora.

Engelbart należał do osób, których nienaturalnie spokojny, monotony głos wywołuje wrażenie, że wszystko, co mówią, jest ważne. „Gdy się uśmiecha, jego twarz przybiera tęskny, chłopięcy wyraz, ale kiedy wytraci

energię popychającą go do przodu i się zatrzyma, by porozmyślać, w jego jasnoniebieskich oczach można dostrzec smutek lub samotność – opowiadał jeden z jego bliskich przyjaciół. – Gdy cię wita, jego głos brzmi cicho i nisko, jakby dobiegał z oddali. Jest na swój sposób nieśmiały, ale i serdeczny, łagodny, ale i uparty”²⁹.

Mówiąc bardziej obcesowo, Engelbart czasem sprawiał wrażenie, jakby był z innej planety, co utrudniało mu zdobywanie funduszy na realizację projektu. W końcu w 1957 roku zatrudniono go w Stanford Research Institute (SRI), niezależnej jednostce non profit założonej przez uniwersytet w 1946 roku, gdzie miał pracować nad nośnikami magnetycznymi. Tematem, który wówczas ekscytował wszystkich w SRI, była sztuczna inteligencja, a szczególnie próby stworzenia systemu, który będzie naśladował sieć neuronową ludzkiego mózgu.

Engelbart nie podzielał tej pasji, bo nigdy nie stracił z oczu własnej misji rozszerzenia ludzkiej inteligencji, czego zamierzał dokonać, tworząc urządzenie przypominające memex Busha; urządzenie, które mogłoby ściśle współpracować z człowiekiem i pomagać mu organizować informacje. Jak później powiedział, ten cel zrodził się u niego z szacunku dla „genialnego wynalazku”, jakim jest ludzki umysł. Nie zamierzał odtwarzać mózgu w maszynie, lecz zająć się kwestią, „jak komputer mógłby współdziałać z różnymi zdolnościami, które już posiadamy”³⁰.

Prześlęczał lata nad kolejnymi wersjami opracowania, w którym zamierzał jak najprecyzyjniej przedstawić swoją wizję i które ostatecznie rozrosło się do 45 tysięcy słów, osiągając objętość krótkiej książki. Pracę tę opublikował jako manifest zatytułowany *Augmenting Human Intellect* („Rozszerzając ludzki intelekt”) w październiku 1962 roku. Już na samym początku wyjaśnił, że nie dąży do zastąpienia myśli ludzkiej sztuczną inteligencją. Twierdził natomiast, że intuicyjne umiejętności ludzkiego umysłu należy połączyć z możliwościami przetwarzania informacji przez maszynę w celu stworzenia „zintegrowanej domeny, w której przeczucia, metoda prób i błędów, rzeczy nieuchwytnie oraz ludzkie »wczucie się w sytuację« będą z pożytkiem współistniały z potężnymi koncepcjami,

uproszczoną terminologią i notacją, zaawansowanymi metodami i dynamicznym elektronicznym wspomaganie”. Szczegółowo przedstawił wiele przykładów zastosowań takiej symbiozy człowieka z komputerem, opisując między innymi architekta projektującego budynek z pomocą komputera i specjalistę przygotowującego ilustrowane sprawozdanie³¹.

Jeszcze podczas pracy nad artykułem wysłał do Vannevara Busha list z wyrazami podziwu i poświęcił cały podrozdział swojego opracowania opisowi memexu i koncepcji swojego idola³². Siedemnaście lat po opublikowaniu przez Busha *As We May Think* nadal żywe były skrajne emocje, jakie wzbudzała jego wizja interakcji człowieka z komputerem w czasie rzeczywistym za pomocą prostych interfejsów, takich jak ekran graficzny, wskaźnik i urządzenia wejściowe. Engelbart podkreślił, że opracowywany przez niego system nie ma służyć wyłącznie do obliczeń matematycznych: „Każda osoba, która w swoim myśleniu posługuje się pewnego rodzaju symbolami (czy to w formie języka, piktogramów, formalnej logiki, czy matematyki), powinna w dużym stopniu na tym skorzystać”. Ada Lovelace byłaby zachwycona.

Opracowanie Engelbarta ukazało się w tym samym miesiącu, w którym Licklider, autor wcześniejszej o dwa lata pracy *Man-Computer Symbiosis* („Symbioza człowieka z komputerem”) analizującej te same koncepcje, objął stanowisko szefa Information Processing Techniques Office w rządowej agencji ARPA. Jednym z jego nowych obowiązków było przydzielanie państwowych grantów projektom, które uzna za obiecujące. Engelbart czym prędzej ustawił się w kolejce. „Stałem pod drzwiami ze swoim opracowaniem z 1962 roku i wnioskiem – wspominał – i myślałem sobie: »Świetnie! Zważywszy na to, co deklaruje odnośnie do swoich planów, jak może mi odmówić?«”³³. Rzeczywiście nie mógł i Engelbart otrzymał dotację z ARPA. Kolejne fundusze przyznał mu Bob Taylor, który wówczas pracował jeszcze w NASA. Dzięki tym pieniądząm Engelbart mógł założyć w SRI własny ośrodek zajmujący się „rozszerzaniem” ludzkiej inteligencji, Augmentation Research Center. Stał się on kolejnym przykładem tego, jak fundusze państwowe przeznaczone

na badania teoretyczne w ostatecznym rozrachunku wielokrotnie zwróciły się w zastosowaniach praktycznych.

Mysz i NLS

Grant przyznany przez Taylora z NASA musiał być wykorzystany na samodzielny projekt, toteż Engelbart postanowił spożytkować go na znalezienie łatwego sposobu komunikowania się człowieka z maszyną³⁴. „Zajmijmy się urządzeniami do wskazywania na ekranie” – zaproponował koledze Billowi Englishowi³⁵. Celem, który sobie postawili, było znalezienie najprostszego dla użytkownika sposobu wskazywania i wybierania czegoś na ekranie komputera. W owym czasie badacze mieli dziesiątki pomysłów, jak przesuwać kursor na ekranie, a Engelbart i English sprawdzili każdy z nich, w tym pióro świetlne, joystick, trackball, trackpad, tablet z rysikiem, a nawet urządzenie sterowane kolanami. „Mierzyliśmy, ile czasu zajmie każdemu użytkownikowi przesunięcie kursora do obiektu” – wyjaśnił Engelbart³⁶. Najprostsze wydawało się pióro świetlne, ale trzeba było za każdym razem je podnosić, a potem odkładać, co było męczące.

Badacze sporządzili zestawienie wszystkich wad i zalet każdego z urządzeń, co pomogło Engelbartowi wpaść na dobry pomysł. „Podobnie jak zasady, na których oparto układ okresowy pierwiastków, doprowadziły do odkrycia pierwiastków wcześniej nieznanych, tak i naszym wypadku tabela wad i zalet ostatecznie pokazała pożądane cechy urządzenia, które jeszcze nie istniało” – stwierdził. Pewnego razu w 1961 roku, będąc na konferencji, zaczął fantazjować. Przypomniawszy sobie planimetr, przyrząd, który fascynował go w liceum, pozwalający wyznaczyć powierzchnię figury poprzez przesuwanie po jej obwodzie wózek. Planimetr wykorzystywał dwa prostopadłe do siebie koła, jedno poziome, drugie pionowe – sumowały one odległość przebytą wzdłuż każdej z osi. „Kiedy zacząłem myśleć o tych kółkach, wkrótce reszta wydała mi się prosta, więc zabrałem się do roboty i to naszkicowałem” – wspominał³⁷. W notatniku kieszonkowym rozrysował, jak urządzenie wskazujące mogłoby się toczyć

po blacie biurka, podczas gdy dwa jego kółka rejestrowałyby zmiany napięć elektrycznych przy zwrotach w każdym z kierunków. Zmiany te byłyby przekazywane przewodem do ekranu komputera, gdzie powodowałyby przesuwanie się kursora w górę i w dół oraz w prawo i lewo.

Takie rozwiązanie, proste i głębokie zarazem, było klasycznym fizycznym wyrazem hakerskiego imperatywu interaktywności i koncepcji rozszerzenia intelektu. Opierało się na wykorzystaniu ludzkiej zdolności do koordynacji umysłu, ręki i oka (z czym nie radziły sobie roboty) w celu stworzenia naturalnego sprzężenia z komputerem. W rezultacie człowiek i maszyna mogli ze sobą harmonijnie współdziałać.

Engelbart przekazał swój szkic Englishowi, który z kawałka mahoniu wyrzeźbił pierwszy model. Wypróbowali go następnie na swojej grupie badanych i okazało się, że otrzymali wyniki lepsze niż w wypadku innych urządzeń. Początkowo przewód umieszczony był z przodu urządzenia, ale szybko się zorientowali, że o wiele wygodniej pracować, kiedy znajduje się z tyłu – jak ogon. Ponieważ po tej zmianie ich wynalazek kojarzył się z myszą, tak właśnie go nazwali.

Większość prawdziwych geniuszy (jak choćby Kepler, Newton, Einstein, a nawet Steve Jobs) miała zamiłowanie do prostoty. Engelbart – nie. W każde tworzone przez siebie urządzenie chciał wtłoczyć jak najwięcej funkcji. Podobnie było z myszką, która w jego wyobrażeniu powinna była zostać wyposażona w dużo przycisków, może nawet dziesięć. Ku jego rozczarowaniu testy wykazały, że optymalna liczba to trzy. Jak okazało się później, było to i tak za dużo. Przynajmniej o jeden, a zdaniem Jobsa, który na punkcie prostoty miał świra, nawet o dwa.

Przez następne sześć lat, aż do 1968 roku, Engelbart i jego współpracownicy zajmowali się opracowywaniem kompletnego systemu wspomagającego ludzką inteligencję, który nazwano oNLine System, w skrócie NLS. Oprócz myszy składało się na niego wiele innowacji, które doprowadziły do rewolucji w dziedzinie komputerów osobistych. Były to: grafika ekranowa, jednoczesne wyświetlanie wielu okien, możliwość tworzenia publikacji cyfrowych, prekursor blogów, możliwość współpracy

na podobnych zasadach jak w Wikipedii, udostępnianie dokumentów, poczta elektroniczna, komunikator sieciowy, linki hipertekstowe, możliwość prowadzenia wideokonferencji podobnie jak na Skypie oraz formatowanie dokumentów. Alan Kay, jeden ze zwariowanych na punkcie technologii protegowanych Engelbarta, który potem rozwinął jego pomysły w ośrodku PARC Xeroxa, wyznał: „Nie wiem, co zrobi Dolina Krzemowa, kiedy skończą jej się pomysły Douglasa”³⁸.

Mother of All Demos

Engelbart bardziej pasował do greckich tańców ludowych niż do Festiwalu Trips, ale poznał Stewarta Branda, kiedy eksperymentowali z LSD w tym samym laboratorium. Brand zajmował się swoimi kolejnymi przedsięwzięciami, łącznie z „Whole Earth Catalog”, dosłownie o kilka przecznic od Augmentation Research Center Engelbarta. Nic zatem dziwnego, że Engelbart skorzystał z pomocy Branda w celu przygotowania prezentacji systemu NLS, która odbyła się w grudniu 1968 roku. Dzięki talentom impresaryjnym Branda demonstracja przerodziła się w spektakularne multimedialne widowisko, ochrzczone później mianem *Mother of All Demos*. Była to wyjątkowo szalona półprzewodnikowa wersja próby kwasu – idealne zespolenie kultury hipisowskiej z hakerską, które uznano za najważniejszą i najbardziej oszałamiającą prezentację technologiczną ery cyfrowej, niedoścignioną nawet dla widowiskowych debiutów produktów Apple’a³⁹.

Rok, w którym się odbyła, był pełen znaczących wydarzeń. Ofensywa Tet zapoczątkowała sprzeciw amerykańskiej opinii publicznej wobec wojny w Wietnamie, zamordowano Roberta Kennedy’ego i Martina Luthera Kinga, a Lyndon Johnson ogłosił, że nie będzie się ubiegał o reelekcję. Protesty antywojenne spowodowały zamknięcie największych uniwersytetów i zakłóciły Narodową Konwencję Demokratów w Chicago. Rosjanie siłą stłumili praską wiosnę, Richard Nixon został prezydentem, a Apollo 8 okrążył Księżyc. W tym samym roku założono Intela, a Stewart

Brand opublikował pierwsze wydanie „Whole Earth Catalog”.

Pokaz NLS odbył się 9 grudnia i trwał dziewięćdziesiąt minut. Engelbart wystąpił przed liczącą niemal tysiąc osób widownią składającą się z uczestników konferencji branży komputerowej w San Francisco. Ubrany w białą koszulę z krótkimi rękawami i wąski ciemny krawat, siedział po prawej stronie sceny przy pulpicie z zestawu meblowego Action Office Hermana Millera. Obraz z monitora jego terminala komputerowego był rzucany na umieszczony za nim sześciometrowy ekran. „Mam nadzieję, że nie przeszkadza wam ta dość nietypowa oprawa” – zaczął. Na głowie miał słuchawki z mikrofonem, jakie mógłby nosić pilot myśliwca, i przemawiał monotonnym, jakby generowanym przez komputer głosem, starając się naśladować lektorów starych kronik filmowych. Howard Rheingold, guru i kronikarz cyberkultury, powiedział później, że Engelbart wyglądał jak „Chuck Yeager komputerowego kosmosu, spokojnie poddając nowy system kolejnym testom i meldując cichym i spokojnym głosem, co się dzieje, pozostawionym na Ziemi osłupiałym obserwatorom”⁴⁰.

„Gdybyście jako pracownicy umysłowi – przemawiał Engelbart – mieli w biurze do dyspozycji monitor z komputerem, który byłby przez cały dzień włączony i natychmiast reagował na każde działanie, które zechcecie wykonać, jak wielkie czerpalibyście z tego korzyści?” Obiecał też zebranym, że przy połączeniu różnych technologii, które za chwilę zaprezentuje, „wszystko okaże się bardzo ciekawe”, po czym mruknął pod nosem: „jak sądzę”.

Kamera zamontowana na terminalu przesyłała obraz jego twarzy, a druga, umieszczona wyżej, pokazywała ruchy jego rąk obsługujących myszkę i klawiaturę. Twórca myszki, Bill English, siedział z tyłu sali, jak producent wiadomości telewizyjnych, decydując, które obrazy wybrać, dopasować do siebie i wyświetlić na wielkim ekranie.

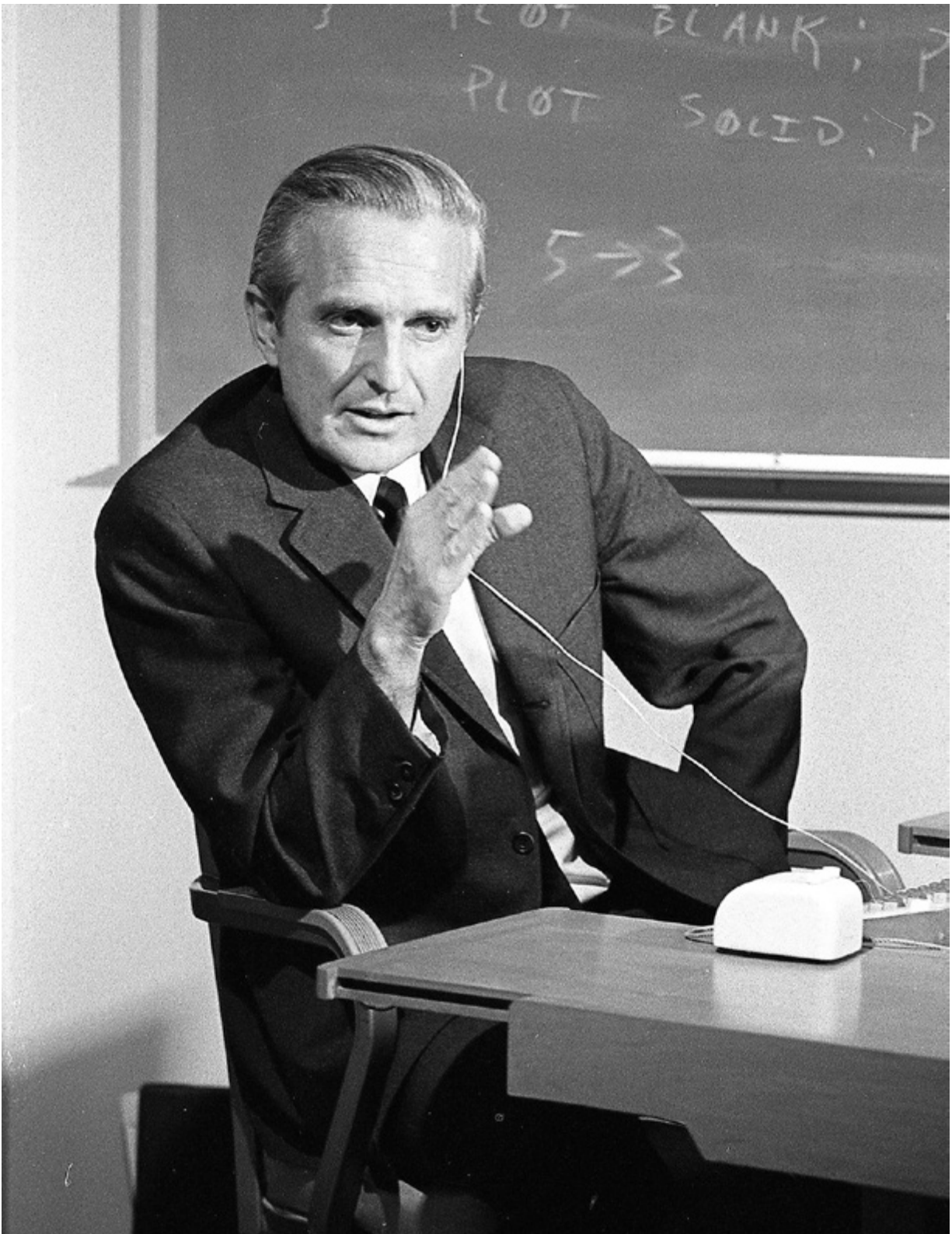
Tymczasem Stewart Brand znajdował się o prawie pięćdziesiąt kilometrów na południe w laboratorium Engelbarta w pobliżu Stanfordu, gdzie generował obrazy komputerowe i obsługiwał kamery. Wszystkie kliknięcia myszy i klawiatury wykonywane przez Engelbarta były

transmitowane dwiema wydzierżawionymi radioliniami z konwerterem telefonicznym do laboratorium, skąd przesyłano obrazy i informacje z powrotem do audytorium. Zebrani z niedowierzaniem obserwowali, jak Engelbart tworzy dokument we współpracy z odległymi o dziesiątki kilometrów kolegami. Na dodatek różne osoby redagowały, dodawały grafikę, zmieniały układ strony, tworzyły mapę oraz dodawały elementy audio i wideo w czasie rzeczywistym. Razem stworzyli nawet łącza hipertekstowe. Mówiąc krótko, Engelbart pokazał – już w 1968 roku! – niemal wszystko, co robi komputer osobisty pracujący w sieci w dzisiejszych czasach. Bogowie prezentacji okazali się mu przychylni i ku jego zaskoczeniu nie doszło do żadnych zakłóceń transmisji. Na koniec publiczność zgotowała mu owację na stojąco. Niektórzy uczestnicy ruszyli nawet ku scenie, jakby był gwiazdą. I trzeba przyznać, że pod pewnymi względami była to prawda⁴¹.

W tym czasie w innym miejscu w ramach tej samej konferencji odbywał się konkurencyjny pokaz. Prowadził go Les Earnest, który wraz z uciekinierem z MIT Johnem McCarthym założył Artificial Intelligence Lab (Laboratorium Sztucznej Inteligencji) na Uniwersytecie Stanforda. Jak opisał John Markoff w *What the Dormouse Said*, podczas tej prezentacji pokazano film o robocie, który zachowywał się tak, jakby widział i słyszał. Porównanie tych dwóch pokazów dawało doskonałe pojęcie o różnicy pomiędzy celami prac nad sztuczną inteligencją z jednej strony i poszerzeniem ludzkiej inteligencji z drugiej. To drugie podejście, kiedy Engelbart zaczął poświęcać mu czas, wydawało się dziwaczne, ale kiedy w grudniu 1968 roku pokazał wszystkie elementy systemu opracowanego w jego ośrodku – komputer osobisty, z którym ludzie mogą łatwo współpracować w czasie rzeczywistym, i sieć umożliwiającą współpracę z różnych miejsc – przyćmiło to nawet robota. Artykuł o konferencji, który ukazał się następnego dnia w „San Francisco Chronicle”, nosił tytuł *Fantastic World of Tomorrow's Computer* („Fantastyczny świat komputera przyszłości”) i donosił o systemie NLS Engelbarta, a nie robocie Earnesta⁴².

Jakby dla przypiecztowania mariażu kontrkultury z cyberkulturą Brand

przywiózł Kena Kesey'ego, wówczas już sławnego dzięki głównej roli w książce *Próba Kwasu w Elektrycznej Oranżadzie* Toma Wolfe'a, do laboratorium Engelbarta, żeby Kesey mógł z bliska zobaczyć NLS. Pokazano mu dokładnie, jak dzięki temu systemowi można wycinać, wklejać i odzyskiwać tekst oraz wspólnie tworzyć książki i dokumenty. Zrobiło to na nim ogromne wrażenie. „Zaraz po kwasie to najlepsza rzecz na świecie” – oświadczył⁴³.



Doug Engelbart (1925–2013)



Pierwsza mysz Engelbarta



Stewart Brand (w środku) pomagający przy prezentacji *Mother of All Demos* w 1968 roku

Alan Kay

Alan Kay o mały włos nie doleciałby z Utah, gdzie studiował, na *Mother of All Demos* Engelbarta. Mimo zapalenia gardła i prawie trzydziestu dziewięciu stopni gorączki udało mu się dowlec na lotnisko. „Cały się trząsłem, byłem chory i bardzo osłabiony – wspominał – ale uparłem się, że tam dotrę”⁴⁴. Kay cenił Engelbarta, z którego pomysłami zetknął się już wcześniej, ale dopiero emocje, które towarzyszyły mu podczas ostatniej prezentacji, zapaliły go do działania. „Dla mnie był jak Mojżesz, który sprawił, że się rozstało Morze Czerwone – opowiadał Kay. – Wskazał nam drogę do ziemi obiecanej oraz morza i rzeki, które musieliśmy przekroczyć, by tam dotrzeć”⁴⁵.

Podobnie jak Mojżesz sam Engelbart miał nie zobaczyć ziemi obiecanej. Na czele grupy, która przeprowadziła koncepcje Licklidera i Engelbarta do

raju komputerów osobistych, znalazł się Kay wraz z wesołą ekipą kolegów z ośrodka badawczego pewnego producenta kserokopiarek.

Kay urodził się w 1940 roku w środkowym Massachusetts i od małego zagadnienia ścisłe i humanistyczne interesowały go w tym samym stopniu. Jego ojciec był fizjologiem, projektantem protez rąk i nóg. Podczas wspólnych spacerów z tatą młody Kay pokochał naukę. Z kolei matka – artystka i muzyczka – oraz dziadek – znany ilustrator i pisarz, a do tego organista w miejscowym kościele – zaszczepili u niego fascynację sztuką. „Ponieważ mój ojciec był naukowcem, a matka artystką, za młodu otaczała mnie atmosfera różnorodności, zarówno jeśli chodzi o pomysły, jak i sposób ich wyrażania. Nie dzieliłem rzeczy na artystyczne i naukowe, i do tej pory tego nie robię”⁴⁶.

W wieku siedemnastu lat Kay pojechał ze swoją gitarą na obóz muzyczny, gdzie przyłączył się do zespołu jazzowego. Zaraził się też od dziadka pasją do organów, którą w końcu zaspokoił, pomagając zawodowemu budowniczemu w konstrukcji instrumentu w stylu hiszpańskiego baroku dla pewnego seminarium luterańskiego. Był jednym z najzdolniejszych i najbardziej czytanych uczniów w szkole, ale często pakował się w tarapaty, przede wszystkim za typową dla technologicznych innowatorów niesubordynację. Doprowadził do tego, że prawie go wyrzucono ze szkoły, ale też wywalczył sobie miejsce w ogólnokrajowym turnieju radiowym *Quiz Kids*.

Po ukończeniu liceum Kay zapisał się na matematykę i biologię do Bethany College w Wirginii Zachodniej. Wiosną pierwszego roku skreślono go jednak z listy studentów za „nadmiar nieusprawiedliwionych nieobecności”. Spędził trochę czasu w Denver, gdzie jeden z jego znajomych doglądał systemu komputerowego zarządzającego rezerwacjami United Airlines. Kaya uderzyło to, że komputery raczej zwiększały, niż zmniejszały nakład żmudnej pracy.

Świadom, że może zostać przymusowo wcielony do wojska, zgłosił się na ochotnika do sił powietrznych. Doskonałe wyniki na teście umiejętności sprawiły, że wysłano go na szkolenie z programowania komputerów,

a następnie do pracy na IBM-ie 1401, pierwszym komputerze dla małych firm, który trafił do powszechnej sprzedaży. „To było w czasach, kiedy programowanie nie cieszyło się szacunkiem i zajmowały się nim głównie kobiety – opowiadał potem. – Były w tym świetne. Moja przełożona była kobietą”⁴⁷. Po zakończeniu służby Kay zapisał się na Uniwersytet Kolorado i dał upust wszystkim pasjom. Uczęszczał na zajęcia z biologii, matematyki, muzyki i aktorstwa, pracując jednocześnie jako programista superkomputerów w National Center of Atmospheric Research (Narodowym Ośrodku Badań Atmosferycznych).

Z Kolorado zawędrował jesienią 1966 roku na studia doktoranckie na Uniwersytet Utah. Później mówił o tej decyzji, że to „najlepsze, co mogło mi się przydarzyć”. Jeden z pionierów informatyki, David Evans, tworzył tam właśnie najlepszy dział grafiki komputerowej w kraju. Tego samego dnia, w którym przyjechał Kay, Evans wręczył mu artykuł ze stosu dokumentów na swoim biurku i polecił go przeczytać. Była to dysertacja doktorska niejakiego Ivana Sutherlanda, który planował niedługo opuścić stanowisko instruktora na Harvardzie i przenieść się do Utah. Nosila tytuł *Sketchpad: A Man-Machine Graphical Communications System* (Sketchpad. Graficzny system komunikacji człowieka z maszyną), a jej promotorem był ojciec teorii informacji, Claude Shannon⁴⁸.

Sketchpad^{iv} był programem, który zapoczątkował rozwój graficznych interfejsów użytkownika. Zamiast tekstu wyświetlał na ekranie grafikę – zupełnie jak dzisiejsze komputery. Obrazy, które odczytywał, tworzyło się i obrabiało za pomocą pióra świetlnego, co było nowatorskim, urzekającym sposobem komunikacji człowieka z urządzeniem. „Sketchpad umożliwia człowiekowi i komputerowi sprawną komunikację poprzez rysunek kreskowy” – napisał Sutherland. Kaya charakteryzował dziecięcy entuzjazm wobec rozwiązań, które mogły zapewnić ludziom radosną przyszłość, nic więc dziwnego, że bardzo przypadło mu do gustu połączenie sztuki i technologii pod postacią uroczego interfejsu komputera. Sutherland swoimi pomysłami – jak stwierdził potem Kay – „pokazał mu skrawek raju” i „naznaczył go” pasją do tworzenia przyjaznych

komputerów osobistych⁴⁹.

Kay po raz pierwszy zetknął się z Engelbartem na początku 1967 roku, kilka miesięcy po tym, jak dowiedział się o sketchpadzie Sutherlanda. Engelbart odwiedzał uniwersytety i wykladał o pomysłach, które później przedstawił podczas *Mother of All Demos*, taszcząc ze sobą projektor firmy Bell & Howell, z którego wyświetlał film o systemie NLS. „Czasami zatrzymywał obraz i odtwarzał fragmenty w przód i wstecz z różnymi prędkościami – wspominał Kay. – Tłumaczył nam: zobaczcie, tu jest kursor. Patrzcie uważnie, co się z nim stanie!”⁵⁰

Wkrótce grafiką komputerową i interfejsami naturalnymi interesowali się już prawie wszyscy, a Kay nasiąkał pomysłami z różnych źródeł. Wysłuchał wykładu Marvinina Minsky’ego z MIT na temat sztucznej inteligencji i okropności systemu kształcenia, który marnował kreatywność młodych ludzi, nie ucząc ich, jak używać wyobraźni do rozwiązywania złożonych problemów. „[Minsky] bezlitośnie rozprawił się z tradycyjnymi metodami nauczania” – wspominał Kay⁵¹. Nieco później Kay poznał współpracownika Minsky’ego, Seymoura Paperta, twórcę języka programowania o nazwie Logo, który był tak prosty, że mogło się go nauczyć dziecko w wieku szkolnym. Umożliwiał on różne zabawy, na przykład sterowanie za pomocą prostych komend jeżdżącym po sali robocikiem w kształcie żółwia. Po wysłuchaniu koncepcji Paperta Kay zaczął wymyślać i przenosić na papier różne wizje komputera osobistego, który nadawałby się do użytkowania przez dzieci.

Na konferencji zorganizowanej przez Uniwersytet Illinois Kay miał okazję zobaczyć jeden z pierwszych wyświetlaczy płaskoekranowych. Składał się on z dwóch cienkich tafli szkła oddzielonych warstwą gazu – neonu. Kiedy połączył to w myślach z demonstracjami NLS Engelbarta i przewidywalnymi skutkami prawa Moore’a, zdał sobie sprawę, że w ciągu dziesięciu lat małe komputery będą dysponowały interfejsami graficznymi z okienkami, ikonami, hipertekstem i kursorem sterowanym myszą. „Aż się przestraszyłem, kiedy pojąłem, co z tego wynika – opowiadał potem w swój ulubiony sposób, nieco dramatyzując. – Równie zdezorientowani musieli

się czuć ludzie, którzy pierwszy raz spojrzeli z zupełnie innej Ziemi w zupełnie inne niebo po przeczytaniu dzieła Kopernika”.

Kay nie miał wątpliwości, jak będzie wyglądała przyszłość, i zaczęło mu zależeć, żeby ją jak najszybciej wynaleźć. „Będziemy mieli miliony osobistych maszyn i użytkowników zasadniczo niepodlegających bezpośredniej kontroli instytucjonalnej” – zdał sobie sprawę. Wymagało to stworzenia małych komputerów osobistych z wyświetlaczami graficznymi, dziecinnie prostych w obsłudze, a przy tym dość tanich, by mogli je kupować zwykli ludzie. „Wszystko to połączyło się w wyrazisty obraz, czym tak naprawdę powinien być komputer osobisty”.

Kay opisał niektóre pożądane cechy takiego komputera w swojej pracy doktorskiej. Przede wszystkim podkreślił, że powinien być prosty („każdy powinien móc samodzielnie nauczyć się jego obsługi”) i przyjazny („naturalną cechą powinna być życzliwość [dla użytkownika]”). Podchodził do projektowania komputera jednocześnie od strony humanistycznej i inżynierskiej. Inspiracją był dla niego Aldus Manutius, żyjący w pierwszej połowie XVI wieku włoski drukarz, który zdał sobie sprawę, że książka do użytku osobistego musi się mieścić w torbie przy siodle, po czym zaczął produkcję dzieł w popularnych do dziś mniejszych formatach. Kay też doszedł do wniosku, że idealny komputer osobisty powinien być rozmiaru zeszytu albo mniejszy. „Od razu wiedziałem, co dalej robić – wspominał. – Zbudowałem kartonowy model, żeby to zobaczyć i poczuć w rękach”⁵².

Choć Kaya inspirowały rozwiązania, którymi Engelbart zajmował się w Augmentation Research Center, ostatecznie zatrudnił się w Stanford Artificial Intelligence Laboratory (SAIL) prowadzonym przez profesora Johna McCarthy’ego. Nie pasował tam. McCarthy’ego interesowała przede wszystkim sztuczna inteligencja, a nie poszerzanie możliwości ludzkiego intelektu, do którego mogłyby się przydać komputery osobiste. Był przekonany, że przyszłość należy do dużych maszyn i systemów dzielenia ich czasu.

W pracy naukowej, którą opublikował w 1970 roku, niedługo po

przyjściu Kaya do SAIL, McCarthy przedstawił wizję takiego właśnie systemu, zbudowanego z terminali o niewielkiej własnej pamięci i mocy obliczeniowej. „Terminal komunikuje się poprzez łącze telefoniczne ze współdzielonym komputerem, który posiada dostęp do plików zawierających wszelkie książki, czasopisma, gazety, katalogi, rozkłady lotów – napisał. – Użytkownik może za pośrednictwem terminala zdobyć dowolne informacje, dokonać sprzedaży i zakupów, komunikować się z osobami prywatnymi i instytucjami oraz przetwarzać informacje na różne inne użyteczne sposoby”⁵³.

McCarthy dostrzegł, że mogło to doprowadzić do gwałtownego rozwoju nowych źródeł informacji, które konkurowałyby z tradycyjnymi mediami. Pomylił się jednak, zakładając, że system taki byłby utrzymywany z opłat uiszczanych przez użytkowników (a nie z reklam). „Ponieważ koszt przechowywania w komputerze i publicznego udostępniania pliku z informacjami byłby niski, nawet uczeń liceum mógłby konkurować z »New Yorkerem«, o ile umiałby dość dobrze pisać i wpadłby w oko publice dzięki poczcie pantoflowej i wzmiankom recenzentów”. McCarthy przewidział rozwój crowdsourcingu: „[Użytkownik będzie mógł] wprowadzić do systemu informację o tym, czy lekarstwo na łysienie z poprzedniego roku podziałało, i otrzymać podsumowanie opinii osób, którym chciało się zarejestrować opinie na temat innego lekarstwa, nad którym zastanawia się teraz”. Miał też uroczo naiwną wizję blogosfery: „Publiczna dyskusja na sporne tematy będzie się odbywała sprawniej niż dotychczas. Po przeczytaniu czegoś, co uznam za kontrowersyjne, będę mógł poprosić system o wyświetlenie komentarzy innych czytelników, co w połączeniu z możliwością edycji pierwotnej wypowiedzi przez autora przyspieszy dochodzenie do wartościowych wniosków”.

Wizja McCarthy’ego była prorocza, ale w jednym punkcie zasadniczo różniła się od tej, którą miał Kay, i od oplecionego siecią świata, w którym żyjemy dziś. Nie bazowała na komputerach osobistych dysponujących własną pamięcią operacyjną i mocą obliczeniową. McCarthy widział oczyma wyobraźni ludzi korzystających z tanich, ograniczonych terminali

połączonych z potężnymi komputerami typu mainframe. Nawet po wysypie klubów hobbystycznych hołubiących komputery osobiste uparcie obstawał przy założeniu „Klubu Terminali Domowych”. Miała to być wypożyczalnia prostych terminali przypominających maszyny dalekopisowe, które za siedemdziesiąt pięć dolarów miesięcznie dawałyby dostęp do mocy obliczeniowej odległego potężnego komputera⁵⁴.

Przeciwstawna wizja Kaya zakładała, że małe, wydajne, samodzielne komputery staną się dla ludzi narzędziami osobistej kreatywności. Marzył, że dzieci będą je kiedyś zabierały na spacer do lasu i traktowały zabawę z nimi w cieniu drzew jako równie naturalną co rysowanie kredkami. Po dwóch latach użerania się z fanatykami dzielenia czasu w SAIL przyjął więc ofertę pracy w odległym o trzy kilometry korporacyjnym ośrodku badawczym, który poszukiwał młodych innowatorów pragnących tworzyć przyjazne komputery do użytku osobistego. To stamtąd pomógł zapoczątkować nową erę rozwoju komputerów, nie przejmując się wcale drwinami McCarthy’ego, który nazywał urządzenia osobiste „herezjami Xeroxa”⁵⁵.

Xerox PARC

W 1970 roku firma Xerox poszła śladami Bella i uruchomiła ośrodek, którego jedynym przeznaczeniem było prowadzenie badań naukowych. Aby uchronić go przed realiami codziennej harówki i zarażeniem korporacyjną biurokracją, dyrekcja postanowiła ulokować instytucję w stanfordzkim parku przemysłowym, trochę ponad cztery i pół tysiąca kilometrów od siedziby głównej w Rochester w stanie Nowy Jork⁵⁶.

Wśród ludzi zatrudnionych przez Xeroxa do kierowania ośrodkiem nazwanym Palo Alto Research Center – PARC – był Bob Taylor, który niedługo przed tym opuścił Information Processing Techniques Office agencji ARPA, zakończywszy pracę nad ARPANET-em. Taylora charakteryzowało oko do talentów, które wyrobił sobie podczas wizyt w finansowanych przez ARPA ośrodkach badawczych i na organizowanych

przez siebie konferencjach, na które zjeżdżali najzdolniejsi doktoranci. „Taylor był współpracownikiem wielu czołowych zespołów informatycznych tamtego okresu i człowiekiem odpowiedzialnym za finansowanie – wspominał Chuck Thacker, jeden z pracowników zwierzbowanych przez Taylora. – Znajdował się więc w idealnej pozycji, by przyciągnąć najwyższej jakości kadrę”⁵⁷.

Taylor wyćwiczył sobie podczas zebrań z badaczami ARPA i doktorantami jeszcze jedną wartościową umiejętność: umiał prowokować do „kreatywnego ścierania się”. Organizował specjalne spotkania, na których zachęcał do kwestionowania czy wręcz bezlitosnego patroszenia pomysłów kolegów, jednocześnie zaś oczekiwał od każdego, kto podejmie się krytyki, że będzie potrafił wyartykułować stanowisko drugiej strony. Nazywał te potyczki „spotkaniami krupierskimi” (od atmosfery, która towarzyszy próbom ogrania krupiera w blackjaka), a polegały one na tym, że jedna osoba przedstawiała pomysł, natomiast pozostałe odpowiadały (zwykle) konstruktywną krytyką. Taylor sam nie był technologicznym czarodziejem, ale wiedział, jak ostrzyć umysły takowych poprzez przyjacielskie zmagania⁵⁸. Dzięki smykałce do roli mistrza ceremonii wiedział, jak dopingować, uwodzić, ugłaskiwać i pocieszać temperamentnych geniuszy, by zaczęli ze sobą współpracować. Dużo lepiej radził sobie z zarządzaniem ego swoich podwładnych niż z podlizywaniem się szefom, ale stanowiło to część jego uroku – szczególnie, jeśli nie było się jego przełożonym.

Alan Kay, którego Taylor znał z konferencji ARPA, był jednym z pierwszych rekrutów. „Poznałem Alana, kiedy jeszcze był doktorantem na Utah, i bardzo go polubiłem” – wspominał Taylor⁵⁹. Po ściągnięciu go do PARC nie przydzielił mu jednak miejsca w swojej pracowni, lecz polecił go kierownikowi jednej z pozostałych grup. Był to jego sposób na obsianie ośrodka osobami, które szczególnie przypadły mu do gustu.

Podczas formalnej rozmowy rekrutacyjnej Kay usłyszał pytanie o to, co najbardziej chciałby osiągnąć, pracując w PARC. „[Zbudować] komputer osobisty” – odparł. Zapytany, co to takiego, chwycił teczkę formatu

zblizonego do A4, uniósł jej klapę i powiedział: „To będzie płaski wyświetlacz. Tu, na dole, będzie klawiatura, a urządzenie będzie miało dość mocy, żeby przechowywać pocztę, pliki, muzykę, obrazy i książki. Wszystko w obudowie mniej więcej tych rozmiarów, nie cięższej niż [parę kilo]. O coś takiego mi chodzi”. Jego rozmówca podrapał się po głowie i wymamrotał pod nosem: „Tak, jasne”, ale Kay pracę dostał.

Kay, jak przystało na człowieka o chochlikowatych oczach i zawadiackim wście, dorobił się reputacji wichrzciciela. Zasłużonej zresztą. Czerpał perwersyjną przyjemność z przekonywania kierownictwa firmy produkującej kserokopiarki o tym, że muszą stworzyć mały, przyjazny komputer dla dzieci. Dyrektor do spraw planowania strategicznego Xeroxa, surowy, pochodzący z Nowej Anglii Don Pendery, uosabiał zjawisko, które harwardzki profesor Clay Christensen określił mianem dylematu innowatora: jego wizję przyszłości wypełniały potwory żerujące zyski, które Xerox czerpał ze sprzedaży kserokopiarek. Uparcie żądał więc od Kaya i innych oceny „trendów”, na których podstawie można by przewidzieć, co czeka firmę w nadchodzących latach. Podczas jednego z frustrujących zebrań z Penderym Kay, który nierzadko miewał przemyślenia godne natychmiastowego umieszczenia w Wikicytatach, odgryzł się stwierdzeniem, które później stało się mottem PARC-u: „Najlepszym sposobem, by przewidzieć przyszłość, jest ją wynaleźć”⁶⁰.

Stewart Brand odwiedził PARC w 1972 roku przy okazji zbierania informacji do artykułu na temat opanowującej Dolinę Krzemową kultury technologicznej. Jego artykuł wywołał konsternację w siedzibie głównej Xeroxa. Brand ze swadą rozpisywał się o tym, jak badacze PARC-u „odeszli od gigantycznych, scentralizowanych rozwiązań i przedstawili się na rzeczy małe i osobiste, na poszukiwanie sposobu, by w ręce każdej chętnej osoby trafił maksymalnie potężny komputer”. Wśród ludzi, z którymi przeprowadził wywiady, znalazł się Kay. Stwierdził on: „Jesteśmy tu przyzwyczajeni miotać pioruny obiema rękami”. Dzięki ludziom pokroju Kaya w PARC-u wytworzyła się figlarna atmosfera będąca kontynuacją tego, co działo się w klubie Tech Model Railroad w MIT. „Jest

to miejsce, w którym wciąż można być twórcą” – powiedział Brandowi⁶¹.

Kay dobrze zdawał sobie sprawę, że komputer osobisty, który chciał zbudować, potrzebuje chwytliwej nazwy, więc zaczął nazywać go Dynabookiem. Wymyślił też pocieszną nazwę – smalltalk (dosłownie: pogaduszki) – dla języka programowania, w którym miał być napisany jego system operacyjny. Zależało mu, by nie odstraszać zwykłych użytkowników, a przy tym nie robić nadziei doświadczonym inżynierom. „Pomyślałem, że jeśli dam smalltalkowi tak niewinną nazwę, to jeśli wyjdzie z niego cokolwiek dobrego, ludzie będą mile zaskoczeni” – stwierdził Kay.

Jego pragnieniem było, by Dynabook kosztował nie więcej niż pięćset dolarów, „[żeby] mogli rozdawać je w szkołach”. Miał być nieduży, stworzony pod pojedynczego użytkownika, tak by „dzieciak mógł go zabrać ze sobą do każdej kryjówki”. Musiał też posiadać przyjazny użytkownikowi język programowania. „Powinien pozwalać robić rzeczy skomplikowane, ale rzeczy proste powinny pozostać w nim proste” – oznajmił⁶².

Kay sporządził opis Dynabooka, który zatytułował *A Personal Computer for Children of All Ages* („Komputer osobisty dla dzieci w dowolnym wieku”). Był to w zasadzie manifest, tyle że zakamuflowany jako propozycja produktu. Rozpoczął go cytat z Ady Lovelace – „Maszyna analityczna tka algebraiczne wzory w ten sam sposób co krosno Jacquarda kwiaty i liście”; wszak to ona jako pierwsza zwróciła uwagę na to, że komputery można wykorzystać do zadań kreatywnych. Dalej Kay przedstawiał hipotetyczny opis wykorzystania Dynabooka przez dzieci (w dowolnym wieku). Podkreślił w ten sposób swój pogląd, że widzi komputery osobiste przede wszystkim jako narzędzie wspierające kreatywność jednostki, a nie sieciowe terminale nastawione na współpracę. „Choć można go wykorzystać do łączenia się z innymi poprzez »usługi wiedzowe«, które będą dostępne w przyszłości, na przykład bibliotekę szkolną – napisał – uważamy, że w dużej mierze będzie wykorzystywany

podobnie jak papier i notatniki obecnie, czyli jako osobiste medium refleksyjnej komunikacji z samym sobą”.

Dynabook, kontynuował Kay, powinien być rozmiarów nie większych niż blok rysunkowy i ważyć nie więcej niż dwa kilogramy. „Właściciel powinien mieć możliwość zupełnie swobodnego zarządzania własnymi plikami tekstowymi i programami oraz ich modyfikacji. Czy trzeba dodawać, że [urządzenie to] musi dać się zabrać do lasu?” Innymi słowy, miało to być coś zupełnie innego niż terminal zaprojektowany z myślą o zdalnym korzystaniu z mocy obliczeniowej mainframe’u. Kay mimo to widział oczyma wyobraźni komputery osobiste i sieci cyfrowe tworzące jedną całość. „Zestawienie tego urządzenia, które można zabrać ze sobą w dowolne miejsce, z globalną usługą informacyjną w rodzaju sieci ARPA albo telewizji kablowej z możliwością komunikacji dwukierunkowej, pozwoli dostarczać usługi bibliotek i szkół (nie mówiąc o ofertach sklepów i zawartości billboardów) prosto do domów”⁶³. Na realizację tej pociągającej wizji przyszłości mieliśmy poczekać jeszcze dwadzieścia lat.

Kay wymyślił, że będzie prowadził krucjatę na rzecz Dynabooka za pomocą niewielkiego zaufanego zespołu, któremu wyznaczył misję w tym samym stopniu romantyczną i inspirującą, co niekonkretną. „Przyjmowałem do zespołu tylko osoby, którym pojawiały się iskierki w oczach, kiedy opowiadałem o komputerze-notatniku – wspominał Kay. – W dużej mierze spędzaliśmy dni poza ośrodkiem, grając w tenisa, jeżdżąc na rowerach, pijąc piwo, wcinając chińszczyznę i rozmawiając bez przerwy o Dynabooku [...] o tym, jaki ma potencjał, by zwiększyć zasięg oddziaływania człowieka i nauczyć naszą usychającą cywilizację nowych sposobów myślenia, których rozpaczliwie potrzebowała”⁶⁴.

Jako pierwszy krok na drodze do realizacji swojego marzenia Kay zaproponował zbudowanie „przejściowego” Dynabooka. Miał być wielkości walizki, którą można by było zabrać na pokład samolotu, i być wyposażony w mały wyświetlacz graficzny. W maju 1972 roku Kay przedstawił szefom działu konstrukcyjnego PARC-u projekt budowy około trzydziestu egzemplarzy próbnych, które chciał przetestować w szkołach

i sprawdzić, czy uczniowie poradzą sobie z pisaniem na nich prostych programów. „Jest dość oczywiste, że osobisty gadżet tego rodzaju miałby zastosowanie jako edytor i czytnik tekstu, jako przenośny magazyn informacji kontekstowych i inteligentny terminal – powiedział inżynierom i menedżerom usadowionym na wielkich pufach. – Zbudujmy ich jakieś trzydzieści sztuk i zacznijmy działać”.

Kay zwykle sprzedawał swoje romantyczne wizje, tryskając pewnością siebie, i tak też było tym razem. Nie udało mu się jednak omamić menedżera pracowni komputerowej PARC-u Jerry’ego Elkinda. Jak napisał Michael Hiltzik w swojej historii ośrodka Xeroxa: „Jerry Elkind i Alan Kay sprawiali wrażenie, jakby pochodzili z dwóch różnych planet. Pierwszy był zdyscyplinowanym, chłodnym w obyciu inżynierem, drugi zuchwałym, filozofującym piratem”. Elkindowi nie skrzyły się oczy, kiedy wyobrażał sobie dzieci programujące mechaniczne żółwiki na maszynach Xeroxa. „Pozwól, że wcielę się w adwokata diabła” – zaczął. Pozostali inżynierowie ożywili się, wyczuwając, że z Kaya za chwilę zostanie mokra plama. Elkind przypomniał, że misją, dla której powołano do życia PARC, było stworzenie biura przyszłości, a nie produkcja zabawek dla dzieci. Zapytał następnie, czy nie byłoby rozsądniej, gdyby PARC kontynuował badania nad systemami podziału czasu na dużych komputerach firmowych, skoro środowisko korporacyjne sprzyja takim rozwiązaniom. Po kilku minutach maszynowego ognia takich pytań Kay marzył już tylko o tym, by odpełznąć w narożnik i zwinąć się w kłębek. Na koniec się rozplakał. Jego propozycja, by zbudować serię przejściowych Dynabooków, została odrzucona⁶⁵.

Bill English, ten sam, który pomógł Engelbartowi zbudować pierwszą myszkę, pracował już wtedy dla PARC-u i po zebraniu wziął Kaya na stronę. Pocieszył go, a następnie doradził, by skończył z zabawą w samotnego marzyciela i przygotował solidną propozycję popartą planem finansowym. „A co to jest plan finansowy?” – zapytał Kay⁶⁶.

Kay zrewidował swoje marzenia i zaproponował wersję przejściową planu przejściowego. Polegała ona na tym, by za 230 tysięcy dolarów, którymi dysponował, napisać emulator Dynabooka na Novę, minikomputer

wielkości żołnierskiego kufra produkowany przez firmę Data General. Nie ukrywał jednak, że pomysł ten średnio go ekscytuje.

Wtedy na scenę wkroczyli dwaj gwiazdorzy zespołu Boba Taylora, Butler Lampson i Chuck Thacker, którzy wpadli do gabinetu Kaya i zaproponowali mu inny plan.

„Masz jakiegokolwiek pieniądze?” – spyтали.

„No, mniej więcej dwieście trzydzieści tysiaków na Nową – odpowiedział Kay. – A co?”.

„Słuchaj, co byś powiedział, gdybyśmy ci zbudowali ten twój komputer?” – spyтали, mając na myśli przejściowego Dynabooka, który zablokował Elkind.

„Nie protestowałbym” – przyznał Kay⁶⁷.

Pomysłodawcą rozwiązania był Thacker, który chciał zbudować własną wersję komputera osobistego. Doszedł do wniosku, że Lampsonowi i Kayowi zasadniczo zależy na tym samym i w związku z tym mogliby połączyć siły i nie czekać na pozwolenie.

„A co z Jerrym?” – Kayowi chodziło o swojego największego wroga, Elkinda.

„Jerry’ego kilka miesięcy nie będzie, bo firma wypożyczyła go do zespołu zadaniowego – odpowiedział Lampson. – Może uda się nam przemycić [ten komputer], zanim Jerry wróci”⁶⁸.

W uknuciu planu pomógł Bob Taylor, który szukał sposobu, by odsunąć swój zespół od budowy komputerów działających w systemie czasu dzielonego i zacząć pracować nad „zbiorem połączonych ze sobą małych maszyn z wyświetlaczami graficznymi”⁶⁹. Był wniebowzięty, że udało mu się zaangażować do projektu całą trójkę jego ulubionych inżynierów – Lampsona, Thackera i Kaya. Dynamika ich zespołu opierała się na wzajemnym przyciąganiu i odpychaniu: Lampson i Thacker wiedzieli, co da się zrobić, Kay zaś dążył do urzeczywistnienia maszyny swoich marzeń i prowokował ich do sięgania po rzeczy, które wydawały im się niemożliwe.

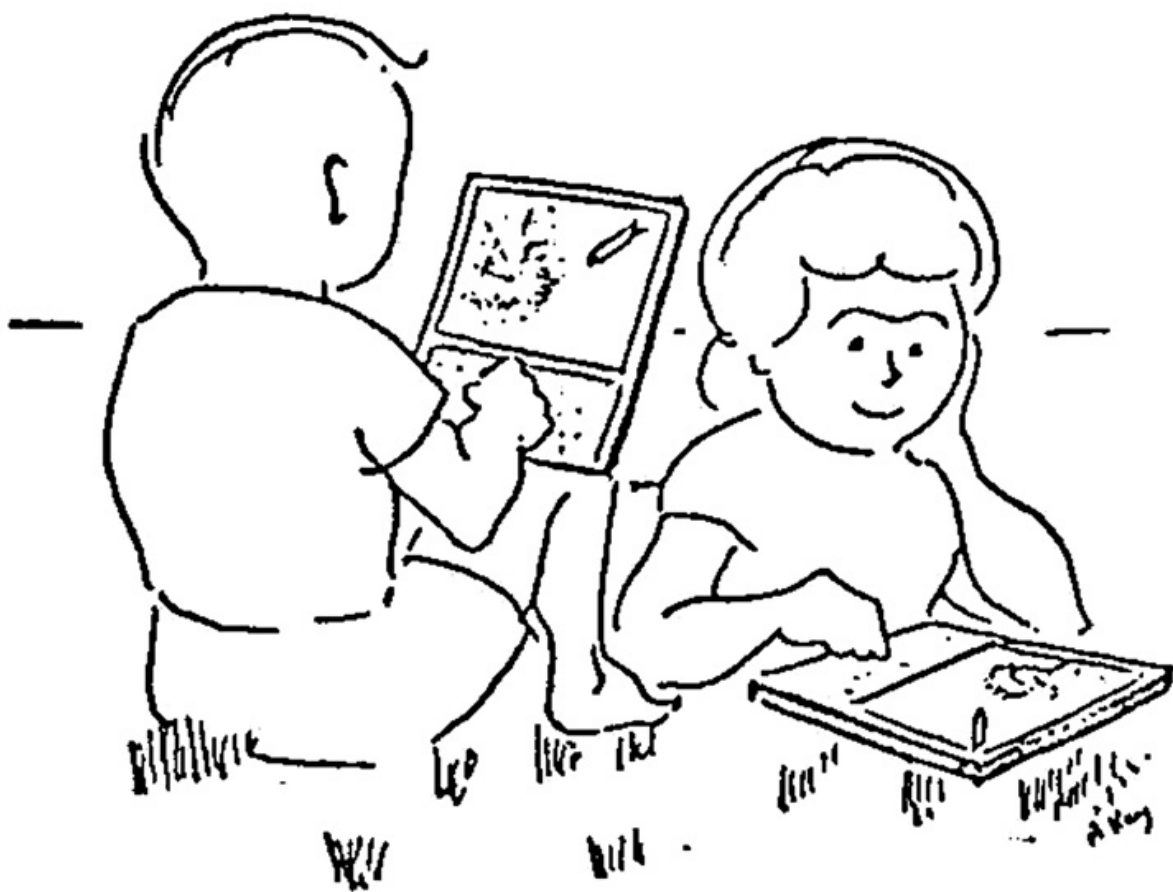
Komputer, który zaprojektowali, otrzymał nazwę Xerox Alto (aczkolwiek

Kay uparcie nazywał go „przejściowym Dynabookiem”). Posiadał grafikę bitmapową, co oznaczało, że każdy piksel na ekranie można było zapalić bądź zgasić wedle potrzeb. Pozwalało to wyświetlać dowolne obrazy, litery, pociągnięcia pędzla – właściwie cokolwiek. „Postawiliśmy na pełną bitmapę, w której każdemu pikselowi na ekranie odpowiadał jeden bit głównej pamięci” – wyjaśnił Thacker. Wymagało to pamięci o okazałej pojemności, to jednak nie stanowiło problemu: Kay, Thacker i Lampson założyli, że technologia wciąż będzie parła do przodu zgodnie z prawem Moore’a, a ceny układów pamięci diametralnie spadną. Użytkownik Alto korzystał z wyświetlacza za pomocą klawiatury i myszy, tak jak zaprojektował to Engelbart. Ekran startowy pierwszego egzemplarza, ukończonego w marcu 1973 roku, przedstawiał namalowany przez Kaya obrazek Ciasteczkowego Potwora z *Ulicy Sezamkowej*, trzymającego w ręce literę „C”.

Koncentrując się na potrzebach dzieci (w dowolnym wieku), Kay i jego współpracownicy pomogli spopularyzować koncepcje Engelbarta, pokazując, że dało się je zaimplementować w urządzeniu, które było proste, przyjazne i intuicyjne w obsłudze. Sam Engelbart był jednak nastawiony do ich wizji sceptycznie. Jako że obrał sobie za cel upchnięcie jak największej liczby funkcji w systemie NLS, w ogóle nie interesowały go małe, osobiste komputery. „Ja się wybieram na zupełnie inną wycieczkę – powiedział kolegom. – Musielibyśmy bardzo dużo poświęcić, żeby wtłoczyć się w te małe przestrzenie”⁷⁰. Dlatego też Engelbart, choć był proroczym teoretykiem, nie sprawdził się jako innowator. Nie umiał przestać dodawać do swojego systemu kolejnych funkcji, instrukcji, przycisków i poziomów złożoności. Kay z kolei postawił na prostotę i przy okazji zademonstrował, że kluczem do wprowadzenia innowacji, które umożliwią powstanie prawdziwie osobistych komputerów, jest tworzenie przyjaznych i łatwych w obsłudze produktów.



Alan Kay (ur. 1940) w Xerox PARC, 1974 rok



Szkic Kaya z 1972 roku przedstawiający Dynabooka



Lee Felsenstein (ur. 1945)

Computers are mostly
used against people instead of for people
used to control people instead of to free them
time to change all that -
we need a ...



Pierwsze wydanie „People's Computer Company”, październik 1972

Xerox rozesłał zestawy Alto do ośrodków badawczych w całym kraju. Wraz z nimi rozprowadził innowacje, które powstały w wyobraźni inżynierów PARC-u, w tym protokół PARC Universal Packet – prototyp dzisiejszego IP – który pozwalał na wymianę informacji między sieciami wykorzystującymi komutację pakietów. „Większość technologii, która umożliwiła powstanie internetu, wynaleziono w PARC-u Xeroxa w latach siedemdziesiątych” – twierdził później Taylor⁷¹.

Ostatecznie jednak, choć Xerox PARC wskazał drogę do krainy komputerów osobistych – takich, które można było uważać za prawdziwie własne – sama Xerox Corporation nie stanęła na czele migracji. Wyprodukowała łącznie dwa tysiące zestawów Alto, które trafiły głównie do biur firmy i spółek partnerskich, ale nie wprowadziła ich na otwarty rynek⁷². „Ta firma nie wiedziała, jak sobie poradzić z innowacją – wspominał Kay. – Nie chciała projektować zupełnie nowych opakowań i podręczników użytkownika, zajmować się aktualizacjami, szkolić kadr ani tłumaczyć oprogramowania na inne języki”⁷².

Taylor wspominał potem wielokrotnie, że wszystkie jego próby porozumienia się z biurokratami z siedziby głównej speliły na niczym. Szef ośrodka badawczego Xeroxa z Webster w stanie Nowy Jork wyjaśnił mu: „Kopiarki zawsze będą ważniejsze dla społeczeństwa niż komputery”⁷³.

Xerox zorganizował pokaz Alto w ramach firmowej konferencji, która odbyła się w Boca Raton na Florydzie (jako mówca inauguracyjny odpłatnie wystąpił Henry Kissinger). Rano miał miejsce pokaz na scenie, który przywoływał na myśl *Mother of All Demos* Engelbarta, a po południu do dyspozycji gości oddano trzydzieści komputerów ustawionych w sali wystawowej. Członkowie kadry kierowniczej, sami mężczyźni, wykazali daleko posuniętą obojętność. Z kolei ich żony natychmiast usiadły do klawiatur i zainteresowały się myszkami. „Mężczyźni uważali, że pisanie na klawiaturze jest zajęciem niegodnym ich pozycji – zeznał Taylor, który pojawił się na miejscu, mimo że nie dostał zaproszenia. – To było coś, czym zajmowały się sekretarki. Zlekceważyli więc Alto, bo zakładali, że spodoba się tylko kobietom. To wtedy zdałem sobie sprawę, że Xerox nigdy nie

pojmie, o co chodzi w komputerach osobistych”⁷⁴.

Pierwszymi graczami na rynku komputerów osobistych zostali więc zwinniejsi innowatorzy z żyłką do przedsiębiorczości. Potem niektórzy podkradli albo wykupili licencje na pewne pomysły opracowane w PARC-u, jednak pierwsze komputery osobiste były wytworami domowej produkcji, atrakcyjnymi wyłącznie dla hobbystów.

Działacze społeczni

W latach poprzedzających narodziny komputera osobistego wśród plemion zamieszkujących okolice zatoki San Francisco działała grupa społeczników i aktywistów na rzecz pokoju, której członkowie pokochali komputery za możliwości, jakie dawały przeciętnemu człowiekowi. Ludzie ci doceniali technologie małej skali oraz książkę *Operating Manual for Spaceship Earth* („Instrukcja obsługi statku kosmicznego Ziemia”) Buckminstera Fullera. Mieli też wiele wspólnego z grupą skupioną wokół magazynu „Whole Earth Catalog” Branda, aczkolwiek nie fascynowały ich ani psychodeliki, ani wizja regularnego uczestnictwa w koncertach Grateful Dead.

Typowym przedstawicielem tej grupy był Fred Moore. Był synem stacjonującego w Pentagonie pułkownika armii Stanów Zjednoczonych i w 1959 roku wyjechał na studia inżynierskie do Berkeley, miasta znajdującego się na przeciwległym wybrzeżu. Kiedy tam dotarł, postanowił, że zacznie protestować przeciwko udziałowi w wojnie w Wietnamie (było to jeszcze przed pełnym zaangażowaniem Stanów). Rozłożył się więc na stopniach prowadzących na Sproul Plaza – placu, który niedługo miał się stać epicentrum studenckich protestów – ze znakiem potępiającym współpracę uniwersytetu z wojskiem^{vi}. Udało mu się protestować przez dwa dni, zanim przyjechał ojciec i zabrał go do domu, ale w 1962 roku Fred wrócił do Berkeley i znów zaczął wicherzyć. Spędził dwa lata w więzieniu za unikanie poboru, a w 1968 roku spakował się do volkswagena minibusa z córeczką, której matka zniknęła z jego życia, i przeprowadził do Palo Alto⁷⁵.

Moore planował zostać tam organizatorem protestów antywojennych, ale uzależnił się od komputerów, które odkrył w Stanford Medical Center. Jako że nikt nie zabronił mu z nich korzystać, spędzał całe dni, pisząc programy, podczas gdy jego córka krążyła po korytarzach ośrodka albo bawiła się w samochodzie. Moore uwierzył wtedy, że dzięki komputerom ludzie odzyskają panowanie nad życiem i będzie im łatwiej formować społeczności. Doszedł do wniosku, że gdyby przeciętny człowiek mógł się usamodzielnąć i dokształcić z pomocą komputera, wyzwoliłby się spod dominacji przemysłowego i militarnego establishmentu. „Fred był radykalnym pacyfistą o płomiennym spojrzeniu, kościstej sylwetce i bujnej, niechlujnej brodzie – wspominał Lee Felsenstein, który też należał do sceny społeczników i komputerowców w Palo Alto. – Zdarzało mu się rzucić wszystko, żeby pojechać oblać krwią jakąś łódź podwodną. Kiedy się na coś uparł, nie dało się mu wybić tego z głowy”⁷⁶.

Zważywszy na jego upodobanie do aktywizmu pokojowego i technologii, nie powinno dziwić, że Moore związał się ze Stewartem Brandem i ruchem Whole Earth. Udało mu się nawet zostać gwiazdą jednego z najcudacznějších wydarzeń epoki: wyprawionej w 1971 roku imprezy pożegnalnej „Whole Earth Catalog”. Brand postanowił, że skoro jego publikacja jakimś cudem zarobiła 20 tysięcy dolarów, to wynajmie Palace of Fine Arts, monumentalny pseudostarożytnogrecki budynek stojący w dzielnicy Marina w San Francisco, i zaprosi tysiąc pokrewnych sobie dusz, które zdecydują, na co rozdać pieniądze. Wiedziony urojeniem, że zdziczały od rocka i narkotyków tłum wspólnym wysiłkiem podejmie rozsądną decyzję, przyszedł na zabawę z plikiem studolarowych banknotów. „Jak możemy wymagać od reszty świata, żeby się pogodził, skoro sami nie potrafimy?” – zapytał ze sceny⁷⁷.

Debata trwała dziesięć godzin. Brand, ubrany w czarny mnisi habit z kapturem, pozwalał mówcom trzymać plik banknotów i spisywał ich pomysły na tablicy. Paul Krassner, niegdyś członek Merry Pranksterów Kena Kesey’ego, wygłosił płomienny apel na rzecz Indian – „Kiedy tu przybyliśmy, orznęliśmy [ich] do cna!” – po czym stwierdził, że to im

należałoby przekazać pieniądze. W odpowiedzi wyszła na scenę żona Branda Lois, która była Indianką, i oznajmiła, że ani ona, ani inni Indianie sobie tego nie życzą. Niejaki Michael Kay próbował rozdawać banknoty, twierdząc, że uczestnicy zabawy powinni po prostu rozdzielić pieniądze między siebie. Brand odpowiedział, że lepiej byłoby przeznaczyć je w całości na konkretny cel, i poprosił o zwrot gotówki. Część zebranych przychyliła się do jego prośby, na co inni zareagowali oklaskami. Pojawiły się dziesiątki innych sugestii, od nierealistycznych do zgoła szurniętych. Spuścić je w kiblu! Kupić więcej gazu rozweselającego, żeby podkreślić imprezę! Zamówić wielki plastikowy symbol falliczny i zatknąć go w ziemi! Jeden z członków zespołu Golden Toad zawołał: „Skupcie się, kurwa! Macie dziewięć milionów propozycji! Wybierzcie coś! Jak tak dalej pójdzie, to zajmie wam to cały jebany rok! Chcę już zagrać, po to tu przyjechałem”. Nie przybliżyło to decyzji, ale przynajmniej zaowocowało przerywnikiem muzycznym i wyjściem na scenę tancerki brzucha, która na zakończenie występu zaczęła wić się po ziemi.

Wtedy do mikrofonu podszedł pewien mężczyzna z rozczochraną brodą i falującymi włosami. Był to Fred Moore. Przedstawił się, wyjaśnił, że jest „z zawodu istotą ludzką”, po czym potępił członków tłumu za to, że zależało im na pieniądzach. Aby podkreślić, że nie żartuje, wyciągnął z kieszeni dwa banknoty jednodolarowe i je podpalił. Kiedy rozpętała się dyskusja na temat tego, czy czas zorganizować głosowanie, skrytykował i to, twierdząc, że głosowania wyłącznie dzielą ludzi, zamiast ich łączyć. Jako że dochodziła trzecia nad ranem, te wywody tylko pogorszyły stan pijanej i oszołomionej widowni. Moore nalegał, by ludzie powymieniali się nazwiskami, żeby sieć znajomości, którą zbudowali, nie zniknęła wraz z katalogiem. „To, żebyśmy się tu dziś zjednoczyli, jest ważniejsze niż pieniądze. Nie dajmy się podzielić” – apelował⁷⁸. Przekonywał tak, aż został na nogach tylko on i około dwudziestu innych równie niezmordowanych imprezowiczów, którzy postanowili, że to on dostanie pieniądze, póki ktoś nie wpadnie na lepszy pomysł⁷⁹.

Moore nie miał konta w banku, więc zakopał to, co zostało z 20 tysięcy Branda, dokładnie 14 905 dolarów, w ogrodzie na tyłach domu. Ostatecznie, po szeregu nieproszonych wizyt i awantur z ludźmi usiłującymi wyblagać pieniądze, rozdał je w formie pożyczek i grantów sieci lokalnych organizacji starających się zapewnić ludziom dostęp do komputerów i naukę ich obsługi. Organizacje te były częścią hipisowsko-technicznego ekosystemu, który powstał w Palo Alto i Menlo Park na skutek poczynań Branda i miłośników „Whole Earth Catalog”.

Wśród beneficjentów Moore’a znalazł się wydawca katalogu, Portola Institute. Była to kontrkulturowa organizacja non profit, która miał na celu wprowadzenie „edukacji komputerowej dla uczniów wszystkich klas”. Osobą odpowiedzialną za jego luźno sformułowany program kształcenia był inżynier nazwiskiem Bob Albrecht, który porzucił karierę korporacyjną, by uczyć dzieci programowania i prowadzić zajęcia z greckiego tańca ludowego, na które uczęszczał między innymi Doug Engelbart. Jak sam wspominał: „Kiedy mieszkałem w San Francisco na szczycie najbardziej poskręcanej ulicy świata, Lombard Street, regularnie organizowałem kursy programowania, degustacje wina i zabawy z greckimi tańcami”⁸⁰. Wspólnie ze znajomymi Albrecht otworzył publiczny ośrodek komputerowy wyposażony w maszynę PDP-8. Swoich najlepszych uczniów zabierał z kolei na wycieczki, z których najciekawsze były te do zakładu poszerzania intelektu Engelbarta. Na ostatniej stronie jednego z pierwszych wydań magazynu „Whole Earth Catalog” znalazło się zdjęcie przedstawiające Albrechta z krótko przyciętymi, sterczącymi na wszystkie strony włosami, jak uczy dzieci używać kalkulatora.

Albrecht był autorem podręczników do samokształcenia, w tym popularnego *My Computer Likes Me (When I Speak BASIC)* („Mój komputer mnie lubi [kiedy mówię w BASIC-u]”), oraz założycielem czasopisma „People’s Computer Company” („Ludowe Przedsiębiorstwo Komputerowe”). Tytułowa firma komputerowa stanowiła ukłon w stronę zespołu Janis Joplin, Big Brother and the Holding Company. Motto magazynu, który swoją drogą prezentował się dość lichy, brzmiało: „Moc

obliczeniowa w rękach ludu”. Okładkę pierwszego numeru, z października 1972 roku, zdobiły szkic żaglówki odpływającej ku zachodzącemu słońcu i odręcznie nabazgrołona deklaracja: „Komputery są wykorzystywane głównie przeciwko ludziom, a nie z korzyścią dla nich; zamiast dawać wolność, służą kontroli; czas to wszystko zmienić – otwieramy LUDOWE PRZEDSIĘBIORSTWO KOMPUTEROWE”⁸¹. Większość numerów zawierała liczne szkice smoków. Jak wspominał Albrecht: „Zakochałem się w smokach, kiedy miałem trzynaście lat”. Na treść czasopisma składały się artykuły o nauczaniu pracy z komputerem i programowaniu w BASIC-u, a także relacje z targów edukacji, festiwali dla majsterkowiczów i imprez miłośników technologii⁸². Gazetka Albrechta pomogła zbliżyć do siebie hobbystów elektroników, majsterkowiczów i animatorów lokalnych społeczności.

Kolejnym wcieleniem omawianej kultury był Lee Felsenstein, żarliwy przeciwnik wojny w Wietnamie i absolwent elektrotechniki na Berkeley, figurujący jako jedna z głównych postaci w książce *Hackers* Stevena Levy’ego. Felsensteinowi daleko było do Merry Pranksterów. Nawet w odurzających czasach protestów studenckich na Berkeley stronił od przygodnego seksu i narkotyków. Łączył za to typowy dla aktywistów politycznych instynkt oddolnego organizatora z charakteryzującą wielu miłośników elektroniki potrzebą budowania sieci kontaktów i narzędzi komunikacji. Poza tym, jako wierny czytelnik magazynu „Whole Earth Catalog”, doceniał samodzielność amerykańskich lokalnych społeczności i wierzył, że publiczny dostęp do narzędzi komunikacji pozwoli im wyrwać władzę z rąk rządów i wielkich firm⁸³.

Felsenstein wyniósł smykałkę do pracy społecznej i miłość do elektroniki z domu rodzinnego. Przyszedł na świat w 1945 roku w Filadelfii w rodzinie mechanika kolejowego, który z czasem zaczął dorabiać jako artysta, i jego żony, zawodowej fotograficzki. Oboje rodzice Lee byli potajemnie członkami amerykańskiej partii komunistycznej. „Z ich punktu widzenia wiadomości, którymi karmiły nas media, były w większości wyssane

z palca – to było jedno z ulubionych powiedzonek mojego ojca” – wspominał Felsenstein. Mimo że w końcu wypisali się z partii, Felsensteinowie pozostali aktywistami lewicowymi. Jako dziecko Lee jeździł z nimi pikietować wizyty wysoko postawionych oficerów i pomagał organizować pod markietem Woolworth’s demonstracje poparcia dla protestujących z Południa, którzy okupowali sklepy i lokale w celu zmuszenia właścicieli do zniesienia segregacji rasowej. „Jako dziecko zawsze miałem przy sobie kartkę papieru do rysowania, bo rodzice zachęcali nas do kreatywnego myślenia i puszczania wodzy wyobraźni – wspominał. – Na jej drugiej stronie zwykle było jakieś ogłoszenie dawnego wydarzenia zrobione na powielaczu”⁸⁴.

Zainteresowanie technologią po części wpoila mu matka, która regularnie opowiadała mu o swoim świętej pamięci ojcu, który wynalazł mały silnik wysokoprężny, stosowany w ciężarówkach i pociągach. „Było dość oczywiste, że chce, bym został wynalazcą” – opowiadał. Pewnego razu, kiedy nauczyciel skarcił go za to, że buja w obłokach podczas lekcji, odparł: „Wcale nie bujam w obłokach, tylko myślę nad wynalazkiem”⁸⁵.

Felsenstein dzielił dom z nazbyt ambitnym bratem i adoptowaną siostrą, przed którymi krył się w piwnicy. Bawiąc się w zaciszu elektroniką, nabrał poczucia, że technologia komunikacyjna powinna służyć interesom jednostki: „Technologie elektroniczne obiecywały coś, na czym, jak odkryłem, bardzo mi zależało – możliwość ominięcia hierarchicznej struktury rodziny w nawiązywaniu kontaktów”⁸⁶. Felsenstein zapisał się na kurs korespondencyjny, otrzymywał więc pocztą rozmaite broszury i sprzęt do testowania. Kupił kilka podręczników o radioodbiornikach i garść tanich tranzystorów, po czym nauczył się przeobrażać schematy elektryczne w rzeczywiste działające obwody. Jako typowy haker, który dorastał na Heathkitach i innych elektronicznych zestawach typu „złutuj to sam”, Felsenstein martwił się później, że młodsze pokolenia miały kontakt wyłącznie z zaplombowanymi urządzeniami, które nie dawały się eksplorować^{vii}. „Jako dzieciak nauczyłem się elektroniki, grzebiąc w starych radiach, które można było rozbierać do woli, bo były

zaprojektowane tak, żeby dało się je naprawić”⁸⁷.

Skłonności polityczne Felsensteina i zainteresowanie technologią zaowocowały uwielbieniem literatury popularnonaukowej, szczególnie zaś Roberta Heinleina. Jak całe pokolenia graczy i komputerowców, którym zawdzięczamy kulturę związaną z komputerami osobistymi, Felsenstein czerpał inspirację z najpopularniejszego motywu przewijającego się przez ten gatunek – bohaterskiego hakera, który wykorzystuje swoją techniczną wirtuozerię, by obalić nikczemną kastę rządzącą.

W 1963 roku, akurat gdy narastały rewolucyjne nastroje przeciw wojnie w Wietnamie, Felsenstein udał się na Berkeley studiować elektrotechnikę. Jedną z pierwszych rzeczy, które zrobił już na miejscu, było przyłączenie się wraz z poetą Alanem Ginsbergiem do protestu przeciw wizycie dygnitarza z Wietnamu Południowego. Demonstracja przedłużyła się i ostatecznie musiał wziąć taksówkę, żeby zdążyć na ćwiczenia z chemii.

Aby zdobyć pieniądze na chesne, zapisał się do federalnego programu płatnych praktyk, poprzez który trafił do Bazy Sił Powietrznych Edwards na stanowisko fundowane przez NASA. Niestety, kiedy administracja odkryła, że jego rodzice są komunistami, zmuszono go do rezygnacji. Felsenstein był zaskoczony tą wiadomością, zadzwonił więc do ojca. „Nie chcę o tym rozmawiać przez telefon” – usłyszał⁸⁸.

„Nie wyściubiaj nosa, synu, a na pewno dadzą ci z powrotem tę pracę” – powiedział mu oficer sił powietrznych. Felsenstein nie miał jednak w zwyczaju nie wyściubiać nosa. Zdarzenie to tylko podsyciło jego sprzeciw wobec autorytarnej władzy. Jego powrót na teren kampusu w październiku 1964 roku zbiegł się w czasie z wybuchem protestów pod szyldem Free Speech Movement, więc postanowił, że będzie jak bohater science fiction i wykorzysta swoje umiejętności techniczne, żeby wspomóc demonstrantów. „Poszukiwaliśmy pokojowych sposobów obrony i nagle zdałem sobie sprawę, że najlepszą ze wszystkich broni, które nie wymagają uciekania się do przemocy, jest przepływ informacji”⁸⁹.

W pewnym momencie protestujących obiegła plotka, że policja otoczyła miasteczko uniwersyteckie. Ktoś krzyknął do Felsensteina: „Szybko!

Zbuduj nam radio policyjne”. Nie mógł, niestety, z miejsca spełnić tej prośby, ale wyciągnął z tego zdarzenia kolejną naukę: „Wówczas dotarło do mnie, że jeśli mam wykorzystywać technologię dla dobra społeczeństwa, to muszę iść przed wszystkimi”⁹⁰.

Felsenstein poczynił niezwykle wartościowe spostrzeżenie, że najlepszym sposobem na wyrwanie władzy z rąk wielkich instytucji jest tworzenie nowych rodzajów sieci łączności. To na tym, doszedł do wniosku, zasadza się esencja ruchów walczących o wolność słowa. „Celem Free Speech Movement było zburzenie barier utrudniających kontakty międzyludzkie, co miało umożliwić tworzenie więzi i społeczności na innych zasadach niż te narzucone przez potężne instytucje – napisał później. – [Ruch ten] położył fundamenty pod prawdziwą rewolucję przeciwko korporacjom i rządowi, pod których dominacją żyliśmy”⁹¹.

Kiedy Felsenstein zaczął się zastanawiać, jakie struktury informacyjne pomogłyby ludziom porozumiewać się na nowe sposoby, najpierw przyszło mu do głowy, by wykorzystać słowo drukowane. Zaczął więc wydawać biuletyn swojego związku studenckiego, a następnie dołączył do redakcji kontrkulturowego tygodnika „Berkeley Barb”. Po tym, jak napisał artykuł o przystani dla statków desantowych i satyrycznym potencjale skrótowca LSD, koledzy z „Barba” przyznali mu quasi-ironiczny tytuł „redaktora do spraw wojskowych”. Felsenstein miał nadzieję, że „prasa drukowana stanie się nowym medium społecznościowym”, ale zniechęcił się, kiedy „na jego oczach przekształciła się w scentralizowany organ sprzedaży widowiska”⁹². Felsenstein opracował tymczasem megafon z siecią połączeń wejściowych, dzięki któremu ludzie zgromadzeni w tłumie mogli się wypowiadać. „Nie miał centralnego sterowania, zatem nie dawał nikomu centralnej władzy – wyjaśniał Felsenstein. – Ta sieć była zaprojektowana podobnie jak internet, dzięki czemu wszyscy mieli tę samą możliwość komunikacji”⁹³.

Felsenstein zdał sobie sprawę, że przyszłość zostanie ukształtowana przez rozróżnienie pomiędzy mediami nadawanymi, w rodzaju telewizji, która „transmitowała te same informacje z punktu centralnego i umożliwiała jedynie bardzo ograniczoną komunikację zwrotną”, oraz mediami

rozproszonymi, „w których każdy uczestnik jest zarówno odbiorcą, jak i twórcą informacji”. Wydawało mu się, że komputery połączone w sieci pozwolą ludziom odzyskać panowanie nad życiem. „Sprawia, że ośrodkiem władzy staną się zwykli ludzie” – wyjaśnił później⁹⁴.

W czasach sprzed internetu, kiedy nie istniały jeszcze Craigslist ani Facebook, społeczności organizowały lokalne „centrale”, które pełniły funkcję serwerów sieci społecznościowych – pomagały ludziom nawiązywać kontakty i docierać do osób oferujących przydatne usługi. Większość nie korzystała z owoców nowoczesnej technologii. Tworzyło je kilka osób siedzących przy stole, mających do dyspozycji parę telefonów i zapisujących setki rzeczy na karteczkach i ulotkach poprzipinanych do ścian. Jak wspominał Felsenstein: „W każdej społeczności każda subkultura miała co najmniej jedną [taką centralę]. Odwiedziłem kilka, żeby zobaczyć, czy można by wesprzeć ich działania za pomocą jakiejś technologii”. Pewnego razu dobry znajomy zaczepił go na ulicy, żeby przekazać ekscytującą wieść: jedna z miejscowych społeczności narobiła wyrzutów sumienia jakimś bogatym liberałom z San Francisco i wyżebrała od nich komputer typu mainframe. Informacja ta naprowadziła go na organizację non profit o nazwie Resource One. Jej członkowie przebudowywali zdobyty mainframe tak, by dzięki dzieleniu czasu mogły skorzystać z niego okoliczne centrale. „Pomyśleliśmy, że będziemy komputerem przeznaczonym dla kontrkultury” – wspominał Felsenstein⁹⁵.

Mniej więcej w tym samym czasie Felsenstein zamieścił w „Berkeley Barb” ogłoszenie o treści: „Człowiek renesansu, inżynier i rewolucjonista poszukuje partnera do konwersacji”⁹⁶. Nawiązał w ten sposób znajomość z jedną z pierwszych hakerek i uczestniczek ruchu cyberpunk, Jude Milhon, która publikowała pod pseudonimem St. Jude. Milhon z kolei zapoznała go ze swoim partnerem, programistą systemowym Efremem Lipkinem, który zaproponował, by wykorzystać komputer Resource One – z którego dzielonej mocy obliczeniowej jakoś nikt nie chciał na razie robić użytku – jako publiczną elektroniczną tablicę ogłoszeń. W sierpniu 1973 roku

Felsenstein i Lipkin uruchomili terminal, który nazwali Community Memory (Pamięć Społeczna). Stał on w prowadzonym przez studentów sklepie muzycznym Leopold's Records w Berkeley i łączył się z mainframe'em za pośrednictwem linii telefonicznej⁹⁷.

Felsenstein dostrzegł w tym coś przełomowego: publiczny dostęp do sieci komputerowych miał ułatwić ludziom samodzielne zakładanie społeczności skupionych wokół konkretnych zainteresowań. Ulotki reklamujące Community Memory, które były przy okazji swego rodzaju manifestem, głosiły: „Niehierarchiczne kanały komunikacji – komputer i modem, długopis i papier, telefon, rozmowa twarzą w twarz – to pierwsza linia obrony w walce o wyzwolenie i rewitalizację naszych społeczności”⁹⁸.

Felsenstein i koledzy podjęli mądrą decyzję, by nie ustalać odgórnie słów kluczowych, takich jak „poszukiwana pomoc”, „samochody” albo „opiekunka do dziecka”. Pozwolili użytkownikom opisywać ogłoszenia takimi znacznikami, jakimi sami zainteresowani chcieli. Sprawilo to, że ulica znalazła własne zastosowania dla terminala. Ludzie publikowali w nim poezję, organizowali wspólne podróże samochodem, polecali sobie restauracje oraz poszukiwali partnerów do szachów, seksu, nauki, medytacji i czego tam jeszcze. Wzorując się na St. Jude, użytkownicy tworzyli swoje sieciowe osobowości i zaskakiwali literackim polotem, na który nie mogliby sobie pozwolić na zwykłej tablicy korkowej⁹⁹. Terminal Community Memory stał się prekursorem internetowych serwisów BBS i usług w rodzaju The WELL. „Otworzyliśmy drzwi do cyberprzestrzeni i odkryliśmy, że jest przyjaznym terytorium” – zauważył Felsenstein¹⁰⁰.

Kolejne ciekawe posunięcie ze strony Felsensteina, równie ważne dla ery cyfrowej, miało miejsce po tym, jak posprzeczał się ze swoim niegdysiejszym przyjacielem Lipkinem. Lipkin chciał zamknąć terminal na cztery spusty, żeby członkowie społeczności nie mieli jak go zepsuć. Felsenstein był przeciwnego zdania. Skoro celem było zapewnienie ludziom dostępu do komputera, należało uhonorować imperatyw interaktywności. „Efrem powiedział, że jeśli ludzie się do niego dobiorą, to go zepsują – wspomina Felsenstein. – Ja zaś przyjąłem, nazwijmy to,

filozofię Wikipedii. Uważałem, że kiedy da się ludziom coś do ręki, to będą o to dbali, a w razie potrzeby naprawią”. Felsenstein postrzegał komputery jak zabawki. „Zachęcając ludzi do grzebania w elektronice, można stworzyć społeczność rosnącą w symbiozie ze swoimi komputerami”¹⁰¹.

Instynktowne sympatie Felsensteina skryształizowały się w filozofię po tym, jak ojciec niedługo po instalacji terminala w sklepie muzycznym przesłał mu książkę *Tools for Conviviality* („Narzędzia towarzyskości”). Jej autorem był Ivan Illich – urodzony w Austrii i wychowany w Ameryce filozof i ksiądz katolicki, który miał krytyczne zdanie o dominującej roli technokratycznych elit. Illich widział częściowe rozwiązanie w tworzeniu technologii intuicyjnej, łatwej do opanowania i „serdecznej”. Celem, jak pisał, miało być „stworzenie narzędzi, które zagwarantują ludziom prawo do samodzielnej, wysokowydajnej pracy”¹⁰². Podobnie jak Engelbart i Licklider Illich widział potrzebę symbiozy użytkownika z narzędziem.

Felsenstein zgadzał się z Illichem również w kwestii tego, że komputery należało budować tak, by zachęcały do majsterkowania. „Jego książki przekonały mnie, że powinienem zająć się wskazywaniem ludziom użytecznego sprzętu”. Kilkanaście lat później, kiedy wreszcie spotkali się twarzą w twarz, Illich spytał go: „Skoro tak ci zależy, by ludziom łatwiej było nawiązywać kontakty, dlaczego się upierasz, by pośredniczyły w tym komputery?”. Felsenstein odparł: „Chcę, by komputery służyły jako narzędzia komunikacji i działały w harmonii z ludźmi”¹⁰³.

Felsenstein w bardzo amerykański sposób splótł w swojej filozofii ideały kultury makerów, czyli czerpanie radości i spełnienia z rozwijania się poprzez nieformalną, egalitarną pracę wewnątrz samowystarczальной społeczności, z hakerską fascynacją narzędziami, jakie zapewniała technologia, i lewicowym instynktem do oddolnej działalności społecznej^{viii}. W 2013 roku wystąpił na odbywających się w okolicy San Francisco targach makerskich. Stojąc przed salą pełną ludzi, zaczął od zwrócenia uwagi, że jest coś dziwnego, ale i stosownego w zapraszaniu jako mówcy inauguracyjnego uczestnika rewolucji, która wybuchła

w latach sześćdziesiątych. Następnie wyjaśnił, że: „Korzenie komputera osobistego sięgają ruchu Free Speech uformowanego w 1964 roku na Berkeley i magazynu „Whole Earth Catalog”, który rozpropagował fundamentalną dla popularyzacji komputerów osobistych ideologię zrób-to-sam”¹⁰⁴.

Jesienią 1974 roku Felsenstein przygotował specyfikację terminala Tom Swift, czyli, jak to ujął, „przyjaznego urządzenia cybernetycznego”, nazwanego na cześć „tego spośród amerykańskich bohaterów ludowych, który byłby pierwszy do majsterkowania w sprzęcie”¹⁰⁵. Był to solidny terminal zaprojektowany z myślą o połączeniu z komputerem mainframe albo siecią. Felsenstein nigdy go nie dokończył, ale przygotował kopie dokumentacji i rozdał je osobom, którym – jego zdaniem – taka inicjatywa mogła się spodobać. Był to kolejny krok na drodze do przekonania grup zrzeszonych wokół Community Memory i „Whole Earth Catalog”, że ma rację, twierdząc, że komputery powinny być osobiste i przyjazne. Było to konieczne, by stały się narzędziami dla zwyczajnych ludzi, a nie tylko elit. By zaczęły nas, jak to ujął Richard Brautigan, dozorować z „czułą troską” (*loving grace*). Felsensteinowi bardzo na tym zależało, więc nazwał założoną przez siebie firmę konsultingową Loving Grace Cybernetics.

Felsenstein był urodzonym organizatorem, toteż postanowił stworzyć społeczność osób mających podobne do niego poglądy. „Moja sugestia, w ślad za Illichem, była taka, że idea komputera przetrwa tylko wówczas, gdy wokół niej powstanie klub komputerowy” – wyjaśnił. Wraz z Fredem Moore’em i Bobem Albrechtem zaczął regularnie uczestniczyć w kolacjach organizowanych co środę w People’s Computer Center, na które każdy miał obowiązek przynieść coś do jedzenia. Ich stałym bywalcem został również Gordon French, tyczkowaty inżynier uwielbiający budować własne komputery. Jednym z tematów dyskusji podczas tych spotkań było między innymi pytanie: „Jakie naprawdę będą komputery osobiste, kiedy w końcu powstaną?”. Na początku 1975 roku te kolacje ustały, ale wówczas Moore, French i Felsenstein postanowili założyć nowy klub. Ich pierwsza ulotka

głosiła: „Budujesz własny komputer? Terminal? Elektroniczną maszynę do pisania? Urządzenie wejścia/wyjścia? Albo inną cyfrową czarodziejską skrzynkę? Jeśli tak, to może chcesz przyłączyć się do grupy ludzi o podobnych zainteresowaniach?”¹⁰⁶.

Ostatecznie Homebrew Computer Club, jak go nazwali, przyciągnął entuzjastów z wielu kręgów kulturowych cyfrowego świata w rejonie zatoki San Francisco. „Klub miał swoich propagatorów kwasu (niewielu), swoich ortodoksyjnych krótkofalowców, swoich studentów z Ligi Bluszczowej – przyszłych potentatów branży, swoich nieprzystosowanych społecznie techników i inżynierów z drugiej lub trzeciej ligi i innych ekscentryków – w tym damę o nieskazitelnym manierach, zawsze siadającą z przodu sali, która, jak mi później powiedziano, była kiedyś osobistym pilotem prezydenta Eisenhowera, gdy jeszcze była mężczyzną – wspominał Felsenstein. – Wszyscy ci ludzie pragnęli, żeby powstały komputery osobiste, i wszystkim im zależało na wyzwoleniu się z ograniczeń narzucanych przez instytucje, czy był nimi rząd, IBM, czy ich pracodawcy. Ludzie po prostu chcieli poczuć pod paznokciami cyfrowy piach i przy okazji dobrze się bawić”¹⁰⁷.

Pierwsze spotkanie klubu Homebrew odbyło się w deszczową środę 5 marca 1975 roku w garażu Gordona Frencha w Menlo Park. Doszło do niego akurat w chwili, gdy do sprzedaży trafił pierwszy naprawdę osobisty komputer domowy, który powstał wcale nie w Dolinie Krzemowej, lecz w galerii handlowej na krzemionkowej pustyni porośniętej bylicą.

Ed Roberts i komputer Altair

Wśród typów postaci, które przyczyniły się do rozpropagowania idei komputera osobistego, należy wyróżnić jeszcze jeden: seryjnego przedsiębiorcę. Ci napędzani kofeiną założyciele błyskawicznie rozrastających się firm mieli wszak zdominować Dolinę Krzemową, wypychając z niej hipisów, zwolenników ruchu Whole Earth, aktywistów społecznych i hakerów. Tym ciekawsze, że jeden z pierwszych

przedstawicieli tego gatunku, któremu udało się wyprodukować chodliwy komputer osobisty, miał siedzibę z dala od Doliny Krzemowej i ośrodków informatycznych Wschodniego Wybrzeża.

Mowa tu o Edzie Robertsie, któremu tuż przed wprowadzeniem na rynek mikroprocesora 8080 Intela w kwietniu 1974 roku udało się zdobyć odręcznie spisaną szczegółową kopię jego specyfikacji. Roberts, zwalisty przedsiębiorca prowadzący działalność w parterowym biurze wychodzącym na ulicę w Albuquerque w Nowym Meksyku, znalazł proste, a zarazem doskonale zastosowanie dla komputera upakowanego w jednym układzie scalonym: był nim właśnie komputer¹⁰⁸.

Roberts nie był informatykiem ani nawet hakerem. Nie tworzył doniosłych teorii o poszerzaniu ludzkiej inteligencji czy symbiozie człowieka z komputerem dzięki graficznemu interfejsowi użytkownika. Nigdy nie słyszał o Vannevarze Bushu ani Dougu Engelbarcie. Był natomiast hobbystą. Cechowały go taka ciekawość i pasja, że jeden ze współpracowników określił go mianem „największego hobbysty świata”¹⁰⁹. Roberts nie tracił czasu na ckliwe opowieści o kulturze makerów, tylko po prostu zaspokajał potrzeby pryszczatych chłopców (i zachowywał się jak ich dorosła wersja), którzy uwielbiali się bawić zdalnie sterowanymi samolotami albo wystrzeliwać modele rakiet z podwórka za domem. Pomógł zapoczątkować ten szczególny okres, w którym świat komputerów osobistych rozwijał się nie w wyniku poczynąń cudownych dzieciaków ze Stanfordu lub MIT, lecz dzięki hobbystom samodzielnie składającym swoje elektroniczne gadżety i napawającym się zapachem dymiącej kalafonii.

Robert urodził się w 1941 roku w Miami jako syn serwisanta sprzętu AGD. Mając dwadzieścia jeden lat, wstąpił do Sił Powietrznych Stanów Zjednoczonych, a wojsko wysłało go na studia inżynierskie na Uniwersytecie Stanowym Oklahomy. Po zdobyciu dyplomu trafił na stanowisko w ośrodku rozwoju uzbrojenia w Albuquerque, gdzie zajmował się laserami, a w wolnym czasie parął drobną przedsiębiorczością; skonstruował na przykład obwód sterujący figurkami na wystawie bożonarodzeniowej w domu towarowym. W 1969 roku wraz z Forrestem

Mimsem, kolegą z wojska, założyli firmę, która miała zaopatrywać niewielki rynek pasjonatów modeli rakiet. Produkowali zestawy do samodzielnego montażu, z których podwórkowi kadeci mogli robić migające światełka i gadżety radiowe, pozwalające śledzić miniaturowe rakiety.

Roberts, jak na początkującego maniakę przedsiębiorczości przystało, miał ogromne pokłady optymizmu. „Był całkowicie przekonany, że talenty biznesowe umożliwią mu osiągnięcie ambitnych celów, takich jak zarobienie miliona dolarów, nauczenie się latać, kupienie własnego samolotu, zamieszkanie na farmie i ukończenie studiów medycznych” – twierdził Mims¹¹⁰. Nazwali swoją firmę MITS, żeby kojarzyła się z MIT, po czym, wychodząc od tego skrótu, wymyślili nazwę Micro Instrumentation and Telemetry Systems (Mikrooprzyrządowanie i Systemy Telemetryczne). Za sto dolarów miesięcznie wynajęli dawny bar z przekąskami, wciśnięty pomiędzy gabinet masażu a pralnię samoobsługową w podupadłej galerii handlowej. Uznali, że nie będą zdejmować starego szyldu, na którym widniał dość trafny napis: „Wytwórnia Czarodziejskich Kanapek”.

Idąc w ślady Jacka Kilby’ego z Texas Instruments, Roberts postanowił zająć się kalkulatorami. Ponieważ doskonale rozumiał mentalność hobbystów, sprzedawał je w formie zestawów do samodzielnego montażu, chociaż złożone kosztowałyby niewiele więcej. Wcześniej miał szczęście zawrzeć znajomość z Lesem Solomonem, redaktorem technicznym czasopisma „Popular Electronics”, który odwiedził Albuquerque, podróżując w poszukiwaniu materiałów prasowych. Solomon zlecił Robertsowi napisanie artykułu, a jego tytuł, *Electronic Desk Calculator You Can Build* („Elektroniczny kalkulator biurkowy, który sam możesz zbudować”) umieszczono na okładce numeru z listopada 1971 roku. W 1973 roku MITS miał już stu jeden pracowników i sprzedaż o wartości rzędu miliona dolarów. Ale już wówczas ceny kalkulatorów kieszonkowych zaczęły gwałtownie spadać i ich produkcja przestała przynosić zyski. „Przechodziliśmy przez okres, gdzie zestaw kalkulatora kosztował nas trzydzieści dziewięć dolarów, a w niektórych sklepach można je było kupić

za dwadzieścia dziewięć” – wspominał Roberts¹¹¹. Pod koniec 1974 roku zadłużenie MITS-u wynosiło ponad 350 tysięcy dolarów.

Robertsowi nie brakowało jednak brawury, toteż w reakcji na kryzys postanowił uruchomić inną działalność. Zawsze fascynowały go komputery, więc założył, że innych hobbystów również. Jak z entuzjazmem opowiadał znajomemu, postawił sobie za cel zbudowanie komputera dla mas, który raz na zawsze wyeliminuje odizolowaną kastę wtajemniczonych. Po przeanalizowaniu zestawu instrukcji mikroprocesora Intel 8080 doszedł do wniosku, że MITS mogłby zacząć wytwarzać skromny zestaw komputerowy do samodzielnego montażu tak tani – poniżej czterystu dolarów – że kupiłby go każdy zapaleńiec. „Myśleliśmy, że zwariował” – wyznał później jeden z jego kolegów¹¹².



Ed Roberts (1941–2010)

HOW TO "READ" FM TUNER SPECIFICATIONS

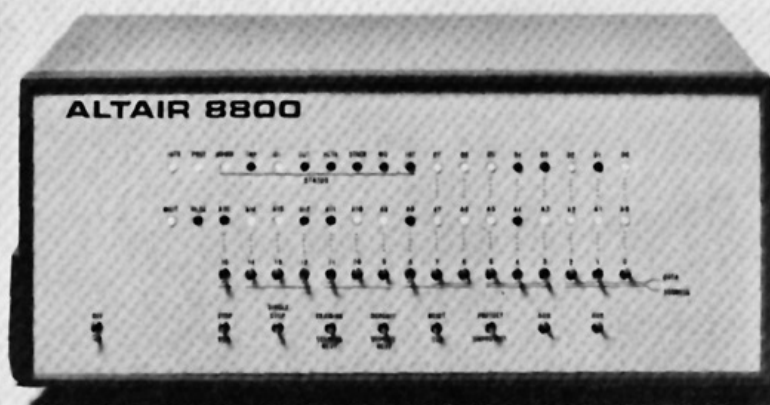
Popular Electronics

WORLD'S LARGEST-SELLING ELECTRONICS MAGAZINE JANUARY 1975/75¢

PROJECT BREAKTHROUGH!

World's First Minicomputer Kit to Rival Commercial Models...

"ALTAIR 8800" SAVE OVER \$1000



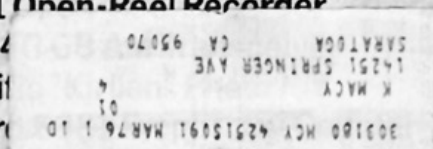
ALSO IN THIS ISSUE:

- An Under-\$90 Scientific Calculator Project
- CCD's—TV Camera Tube Successor?
- Thyristor-Controlled Photoflashers



TEST REPORTS:

Technics 200 Speaker System
Pioneer RT-1011 Open-Reel Recorder
Tram Diamond-4
Edmund Scientific
Hewlett-Packard



18101

Altair na okładce, styczeń 1975 roku

Intel ustalił cenę detaliczną mikroprocesora 8080 na poziomie trzystu sześćdziesięciu dolarów, ale Roberts wynegocjował siedemdziesiąt pięć dolarów za sztukę pod warunkiem, że kupi ich tysiąc. Potem załatwił w banku kredyt, przekonując, że sprzeda tysiąc komputerów, chociaż w duchu sądził, że początkowo będzie to raczej około dwustu. Nie przejmował się tym. Duch przedsiębiorczości nakłaniał go do ryzyka: albo odniesie sukces i zmieni bieg dziejów, albo po prostu jeszcze szybciej zbankrutuje.

Komputer skonstruowany przez Roberta i jego ekipę z pewnością nie powaliłby na kolana Engelbarta, Kaya ani innych pracowników ośrodków z okolic Stanfordu. Miał tylko 256 bajtów pamięci i nie posiadał klawiatury ani innego urządzenia wejściowego. Wprowadzanie danych lub instrukcji odbywało się wyłącznie poprzez rząd przełączników. Podczas gdy w Xerox PARC projektowano graficzny interfejs użytkownika, firma z siedzibą w dawnym barze kanapkowym produkowała urządzenie, które komunikowało się wyłącznie za pomocą binarnych odpowiedzi kodowanych za pomocą diod na przednim panelu, które zaświecały się i gasły. Mimo wszystko nawet tak niedoskonała maszyna była spełnieniem marzeń hobbystów. Na rynku bowiem kumulował się niezaspokojony dotychczas popyt na komputer, który mogliby zrobić i mieć na własność, podobnie jak samodzielnie konstruowane radia.

Dla każdej innowacji niezmiernie ważna jest publiczna świadomość jej istnienia. Komputer skonstruowany w piwnicy w Iowa, o którym nikt nie pisze, jest dla historii tym samym co drzewo przewracające się w sercu niezamieszkaney puszczy – choć pada z głośnym hukiem, nikt go nie słyszy. Engelbartowi na przykład w spopularyzowaniu jego wynalazków pomogła prezentacja *Mother of All Demos*. I dlatego właśnie tak ważne są widowiskowe debiuty produktów. Komputer skonstruowany przez MITS zalegałby wraz z niesprzedanymi kalkulatorami w Albuquerque, gdyby Roberts nie zawarł wcześniej znajomości z Lesem Solomonem z „Popular Electronics” – czasopisma, które było dla miłośników elektroniki typu

zrób-to-sam tym samym, czym „Rolling Stone” dla fanów rocka.

Urodzony w Brooklynie Solomon był człowiekiem żądnym wrażeń i w młodości walczył nawet u boku Menachema Begina i syjonistów w Palestynie. Teraz bardzo mu zależało na znalezieniu komputera osobistego, który mógłby pokazać na okładce swojego czasopisma. Jego konkurent wydał już numer z okładką przedstawiającą zestaw komputerowy do samodzielnego złożenia o nazwie Mark-8, który był ledwie działającym pudełkiem z anemicznym procesorem Intel 8008. Solomon musiał szybko znaleźć coś lepszego. Roberts wysłał mu jedyny działający prototyp maszyny stworzonej przez MITS za pośrednictwem państwowego przewoźnika Railway Express Agency, który go zgubił. (Ta szacowna instytucja zakończyła działalność kilka miesięcy później). W rezultacie w wydaniu „Popular Electronics” ze stycznia 1975 roku zaprezentowano atrapę. W chwili pospiesznego przygotowywania numeru do druku Roberts jeszcze nie wybrał nazwy dla swojego komputera. Według Solomona jego córka, ogromna miłośniczka *Star Treka*, zaproponowała, żeby nadać mu nazwę gwiazdy, na której tego wieczoru lądował statek kosmiczny Enterprise, czyli Altair. I w ten sposób pierwszy prawdziwy działający komputer osobisty do użytku domowego zyskał nazwę Altair 8800¹¹³.

„Era komputera w każdym domu – ulubionego tematu pisarzy science fiction – właśnie nadeszła!” – głosił początek artykułu w „Popular Electronics”¹¹⁴. Po raz pierwszy udostępniono szerokiemu gronu klientów komputer, który działał i był dostępny w przystępnej cenie. „Dla mnie – oświadczył później Bill Gates – Altair jest pierwszą konstrukcją zasługującą na miano komputera osobistego”¹¹⁵.

Od dnia, kiedy to wydanie „Popular Electronics” trafiło na stoiska z prasą, firmę zaczęły zalewać zamówienia. Roberts musiał zatrudnić dodatkowe osoby do odbierania telefonów. W ciągu jednego dnia spłynęło czterysta zamówień, a w ciągu kilku miesięcy sprzedano (aczkolwiek nie dostarczono, bo MITS nie nadążał z produkcją) pięć tysięcy zestawów. Ludzie wysyłali czeki firmie, o której wcześniej nie słyszeli, znajdującej się

w mieście, którego nazwy nie umieli wymówić, w nadziei, że w końcu otrzymają pudełko części, które będą mogli zlutować, otrzymując urządzenie, w którym – jeśli wszystko dobrze pójdzie – diody będą się zapalać i gasnąć w zależności od informacji cierpliwie wprowadzonych za pomocą przełączników. Pasjonatów w ogóle to nie zrażało, bo ich najgorętszym pragnieniem był własny komputer – nie dzielony z innymi ani nie wpięty w sieć, tylko taki, którym będą mogli sami się bawić w zaciszu swojej sypialni lub piwnicy.

W ten to sposób elektrycy amatorzy wespół z hipisami z kręgów Whole Earth i pierwszymi hakerami stworzyli nową branżę, której przyszłością miało się stać napędzanie wzrostu gospodarczego oraz odmienianie naszego sposobu pracy i życia. Realizując hasło „władza w ręce ludzi”, wyrwano komputery spod wyłącznej kontroli korporacji i wojska i udostępniono je zwykłym obywatelom, dla których stały się narzędziem wspomagającym rozwój osobisty, wydajność i kreatywność. „Nie doszło do zmaterializowania się wizji społeczeństwa dystopijnego jako pokłosa drugiej wojny światowej, którą George Orwell snuł mniej więcej w tym samym czasie, gdy wynaleziono tranzystor – pisali historycy Michael Riordan i Lillian Hoddeson – w dużej mierze dlatego, że elektroniczne urządzenia tranzystorowe dały twórczym jednostkom i bystrym przedsiębiorcom znacznie więcej władzy niż Wielkiemu Bratu”¹¹⁶.

Debiut Altaira w Homebrew Computer Club

Altair był gwoździem programu pierwszego spotkania Homebrew Computer Club, które odbyło się w marcu 1975 roku. Wcześniej MITS wysłał go do recenzji do „People’s Computer Company”, skąd urządzenie powędrowało do Felsensteina, Lipkina i innych, a następnie trafiło na zebranie. Tam komputer zaprezentowano hobbystom, hipisom i hakerom, którzy wypełniali garaż klubowy. Większości z nich nie zachwycił. „To były głównie przełączniki i lampki” – podsumował Felsenstein. Członkowie klubu przypuszczali jednak, że urządzenie może zwiastować

nową erę. Zgromadziło się wokół niego trzydzieści osób, które zaczęły wymieniać się wiedzą. „Niewykluczone, że to właśnie była to chwila, w której komputer osobisty stał się technologią przyjazną użytkownikowi” – wspominał Felsenstein¹¹⁷.

Pewien zapalony haker, Steve Dompier, wybrał się osobiście do Albuquerque, żeby wywalczyć komputer od MITS, który spóźniał się z realizacją zamówień. Zanim doszło do trzeciego zebrania klubu Homebrew w kwietniu 1975 roku, Dompier przypadkowo dokonał ciekawego odkrycia. Zdarzyło się to, kiedy uruchamiał na Altairze napisany przez siebie program do sortowania liczb. Jednocześnie miał włączone radio tranzystorowe grające na niskich częstotliwościach, bo słuchał prognozy pogody. Z radia zaczęły się wydobywać dźwięki o różnych wysokościach. Dompier wykrzyknął sam do siebie: „Coś podobnego! Moje pierwsze urządzenie peryferyjne!” – i eksperymentował dalej. „Wypróbowałem jeszcze inne programy, żeby się przekonać, jak brzmią, i po około ośmiu godzinach takiej zabawy miałem już program, który mógł generować dźwięki i grać prawdziwą muzykę”¹¹⁸. Wynotował więc dźwięki wytwarzane przez pętle swoich różnych programów, na podstawie czego opracował nowy program, który dało się wprowadzić do Altaira za pomocą jego przełączników i który po uruchomieniu sprawiał, że radio grało *The Fool on the Hill* Beatlesów^{ix}. Dźwięki może nie były czyste, ale gdy zaprezentował swoje osiągnięcie na trzecim spotkaniu klubu Homebrew, zebrani zareagowali najpierw chwilą pełnej podziwu ciszy, a następnie wiwatami i żądaniami bisu. Potem Dompier uruchomił na swoim Altairze program odtwarzający *Daisy Bell (Bicycle Built for Two)*. Była to pierwsza w historii piosenka „zaśpiewana” przez komputer – IBM 704 w Bell Labs w 1961 roku, a potem powtórzona przez komputer HAL w trakcie jego częściowego wyłączenia w filmie Stanleya Kubricka *2001: Odyseja kosmiczna*. Dompier skomentował, że to piosenka „odziedziczona genetycznie”. Członkowie klubu Homebrew mieli zatem komputer, który mogli zabrać do domu i robić z nim różne piękne rzeczy, w tym – jak przewidziała Ada Lovelace – odtwarzać muzykę.

Dompier napisał artykuł o swoim programie muzycznym do następnego wydania biuletynu „People’s Computer Company”, po czym redakcja otrzymała ważny pod względem historycznym list od zdezorientowanego czytelnika. „W publikacji »People’s Computer Company« ukazał się artykuł Stevena Dompiera na temat programu muzycznego, który napisał dla Altaira – pisał Bill Gates, student Harvardu na urlopie dziekańskim przebywający w Albuquerque, gdzie tworzył oprogramowanie dla MITS-u. – W artykule znajduje się zapis jego programu oraz dane muzyczne *The Fool on the Hill* i *Daisy*. Dampier nie wyjaśnia jednak, dlaczego to działa, i ja też tego nie rozumiem. Czy ktoś to wie?”¹¹⁹. Prosta odpowiedź brzmiała, że kiedy komputer wykonywał te programy, dochodziło do interferencji sygnałów o różnych częstotliwościach, których sekwencją można było sterować poprzez pętle opóźniające. Zakłócenia te były zaś wychwytywane przez radio z modulacją amplitudy (AM) i odtwarzane jako dźwięki.

Zanim opublikowano to pytanie, Gates zdążył wdać się w znacznie poważniejszą dysputę z członkami Homebrew Computer Club. Stała się ona klasycznym przykładem starcia etyki komercyjnej reprezentowanej przez Gatesa i opartej na przekonaniu, że informacje powinny być prawnie zastrzeżoną własnością, z etyką hackerską zakładającą bezpłatne udostępnianie informacji, wyznawaną przez członków Homebrew.

ⁱ Ukazał się on w tym samym miesiącu, w którym Bush przedstawił prezydentowi Trumanowi swój drugi przełomowy esej, *Science, the Endless Frontier*. Proponował w nim, by rząd, przemysł i uniwersytety zaczęły współpracować w celach badawczych. Zob. rozdział 7.

ⁱⁱ W wolnym tłumaczeniu: „Jadący w podróż do innego wymiaru” – przyp. tłum.

ⁱⁱⁱ Richard Brautigan, *Dozorowani z czułą troską*, cytat za: „OZ” 1970, nr 34, w: Aldona Jawłowska, *Drogi kontrkultury*, PIW, Warszawa 1975, s. 202 – źródło: http://otworzksiazke.pl/images/ksiazki/drogi_kontrkultury/drogi_kontrkultury.pdf – przyp. tłum.

^{iv} Dosł. szkicownik – przyp. red.

^v Xerox wprowadził na rynek stację roboczą Star, ale dopiero w 1981 roku, osiem lat po

zbudowaniu pierwszego Alto, i nawet wtedy początkowo nie sprzedawał jej jako samodzielnego komputera, lecz składnik „zintegrowanego systemu biurowego”, obejmującego serwer plików, drukarkę i zwykle dodatkowe stacje robocze połączone w sieć.

[vi](#) W latach, o których mowa, studenci Berkeley byli przymusowo wcielani do programów Reserve Officers' Training Corps (Korpusu Szkolenia Oficerów Rezerwy), co zobowiązywało ich do odbycia służby wojskowej po ukończeniu studiów – przyp. tłum.

[vii](#) W 2014 roku Felsenstein pracował nad zestawem dla uczniów w wieku gimnazjalnym. Miał on być czymś w rodzaju elektronicznej tablicy logicznej z klocków Lego, mającej w założeniu ułatwić uczniom wizualizację bitów, podzespołów elektronicznych i funkcji logicznych, takich jak *negacja*, *lub* oraz *i*.

[viii](#) W kwietniu 2011 roku czasopismo „Wired” wydało numer poświęcony kulturze makerów i przy okazji po raz pierwszy pokazało na okładce kobietę inżyniera. Była nią wykształcona w MIT i wyznająca zasadę zrób-to-sam Limor Fried, przedsiębiorczyni, która w hołdzie Adzie Lovelace posługuje się pseudonimem „ladyada”, a swoją firmę nazwała Adafruit.

[ix](#) Nagrania Altaira Dompiera odtwarzającego *Fool on the Hill* można posłuchać pod adresem: <https://www.youtube.com/watch?v=fgYhVnmeWrk>.

Rozdział 9

Software

Kiedy Paul Allen podszedł do kiosku z gazetami na środku Harvard Square i zauważył nowy numer magazynu „Popular Electronics” ze zdjęciem Altaira na okładce, poczuł jednocześnie zachwyt i niepokój. Okładka numeru ze stycznia 1975 roku stanowiła dowód na to, że rozpoczęła się era komputerów osobistych. Allen był podekscytowany możliwościami, jakie się przed nim otwierały, ale obawiał się, że nie zdoła ich wykorzystać. Rzucił na ladę dwadzieścia siedem centów, chwycił czasopismo i potruchtał po topniejącym śniegu do akademika Uniwersytetu Harvarda, w którym mieszkał Bill Gates. Bill i Paul znali się jeszcze z Seattle; chodzili do tego samego liceum i obaj byli pasjonatami komputerów. To za namową Gatesa Allen porzucił studia i przeprowadził się do Cambridge. „Hej, to dzieje się bez nas!” – oznajmił Allen od progu. Gates zaczął kołysać się w przód i w tył, jak zawsze, gdy był czymś zaaferowany. Kiedy skończył czytać artykuł w „Popular Electronics”, zrozumiał, że Allen ma rację. Przez następnych osiem tygodni obaj gorączkowo pisali kod, który miał na zawsze zmienić oblicze branży komputerowej¹.

W przeciwieństwie do innych pionierów komputeryzacji, urodzony w 1955 roku Gates nie przejawiał w młodości żadnego zainteresowania sprzętem elektronicznym. Nie ekscytowało go składanie zestawów

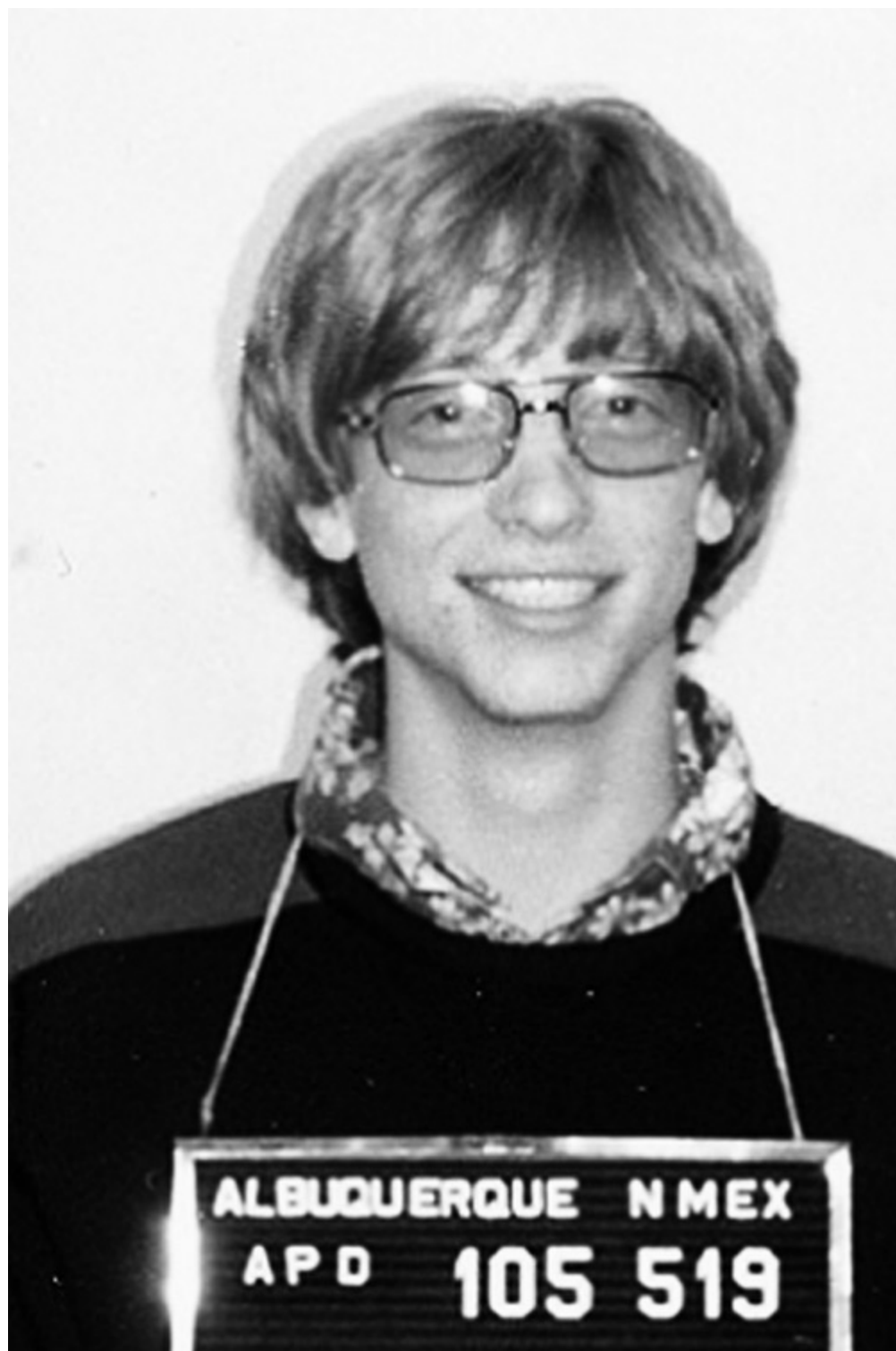
radiowych Heathkit ani lutownie płytek drukowanych. Któregoś razu nauczyciel fizyki z liceum, poirytowany nonszalanckim podejściem Gatesa do szkolnego terminalu komputerowego, wyznaczył mu specjalne zadanie domowe: złożenie jednego z elektronicznych zestawów do samodzielnego montażu, produkowanych przez firmę Radio Shack. Nauczyciel ów wspominał później, że kiedy Gates oddał w końcu złożony zestaw, „tylna ścianka obudowy ubabrana była spoiwem lutowniczym”, a urządzenie nie działało².

Dla Gatesa magia komputerów leżała nie w układach scalonych, tylko w kodzie oprogramowania. „Nie jesteśmy specami od hardware’u, Paul – powtarzał Allenowi, kiedy ten proponował zbudowanie jakiegoś sprzętu. – Nasza działka to software”. Jego nieco starszy kolega budował wprawdzie nadajniki krótkofalowe, ale nawet on zdawał sobie sprawę, że przyszłość należy do programistów. „Sprzęt komputerowy to nie była nasza specjalność” – przyznał po latach Allen³.

Tamtego grudniowego dnia 1974 roku, po tym jak zobaczyli okładkę „Popular Electronics”, Allen i Gates zabrali się do tworzenia oprogramowania dla komputerów osobistych. Co więcej, zamierzali zmienić układ sił w rozwijającej się branży w taki sposób, by sprzęt komputerowy stał się produktem łatwo wymienialnym, a większość zysków trafiała do twórców systemu operacyjnego oraz oprogramowania. „Kiedy Paul pokazał mi tamten magazyn, nie było jeszcze czegoś takiego jak rynek oprogramowania – wspominał później Gates. – Doszliśmy do wniosku, że sami możemy go stworzyć. I tak też zrobiliśmy”. Wiele lat później, wspominając różne swoje innowacyjne koncepcje, stwierdził: „To był najważniejszy pomysł, na jaki kiedykolwiek wpadłem”⁴.



Paul Allen (ur. 1953) i Bill Gates (ur. 1955) w szkolnej pracowni komputerowej w Lakeside



Gates aresztowany za szybką jazdę, rok 1977



Zespół Microsoftu (Gates w lewym, Allen w prawym dolnym rogu), przed wyprowadzką z Albuquerque, grudzień 1978

Bill Gates

Czytając artykuł w „Popular Electronics”, Gates kołysał się w przód i w tył – tak od najmłodszych lat manifestowała się jego wrodzona żywiołowość. „Kiedy był mały, często kołysał się w ten sposób, wprawiając w ruch kołyskę” – opowiadał jego ojciec, wzięty prawnik i czarujący człowiek. Ulubioną zabawką małego Billa był bujany konik na sprężynach⁵.

Matka Gatesa, szanowana działaczka społeczna, pochodząca ze znanej

rodziny bankierów z Seattle, cieszyła się opinią osoby o naprawdę silnej woli – nie dorównywała jednak pod tym względem synowi. Bill często zaszywał się w swoim pokoju w suterenie – pani Gates już dawno porzuciła nadzieję na to, że zdoła nakłonić syna do utrzymywania w nim porządku – i nie reagował na wołania matki, wzywającej go na kolację.

„Co ty tam właściwie robisz?” – zapytała kiedyś zniecierpliwiona.

„Myślę!” – odkrzyknął Bill.

„Myślisz?”

„Tak, mamo, myślę – brzmiała odpowiedź. – Próbowalaś kiedyś myśleć?”

Pani Gates postanowiła wysłać syna do psychologa, który podsunął mu książki o Freudzie. Bill pochłaniał je jedna po drugiej, ale w niczym nie zmieniło to jego postawy. Po roku spotkań z Billem psycholog oświadczył matce chłopca: „To wszystko na nic. Lepiej będzie pogodzić się z tym, że nie uda się pani go złamać”. Ojciec Gatesa wspominał: „Moja żona doszła w końcu do wniosku, że walka z Billem jest skazana na niepowodzenie”⁶.

Pomimo tych sporadycznych przejawów buntu Gates czuł się częścią kochającej i zżytej rodziny. Podobnie jak jego rodzice oraz dwie siostry, lubił ożywione dyskusje przy spożywanych razem posiłkach, rodzinne sesje gier towarzyskich, wspólne układanie puzzli i partyjki kart. Babcia Billa – którego pełne nazwisko brzmiało William Gates III – wymyśliła dla swojego wnuka przydomek „Trey”. Starsza pani (w młodości gwiazda żeńskiej koszykówki) była zapaloną brydżystką, a „trey” to popularne określenie karty oznaczonej cyfrą trzy. Nadane przez babcię przezwisko przyłgnęło do Billa i towarzyszyło mu przez całe dzieciństwo. Gatesowie oraz ich przyjaciele spędzali większą część letnich wakacji, a także niektóre weekendy w domkach letniskowych położonych nad Kanalem Hooda nieopodal Seattle; dzieciaki z zaprzyjaźnionych rodzin brały tam co roku udział w „Olimpiadzie Cheerio”. Po oficjalnej ceremonii otwarcia, podczas której odbywała się defilada przy zapalonych pochodniach, przychodziła kolej na wyścigi trójnogów, rzut jajkiem i tym podobne konkurencje. „Rywalizacja była zacięta – wspominał ojciec Gatesa. – Każdemu zależało

na wygranej”⁷. To właśnie podczas jednego z tych wakacyjnych wypadów jedenastoletni Bill Gates zawarł pierwszy formalny kontrakt w swoim życiu: sporządził i podpisał z jedną ze swoich sióstr umowę, zgodnie z którą za kwotę pięciu dolarów nabył niewyłączne, ale nieograniczone prawo do użytkowania należącej do siostry rękawicy baseballowej. „Trey może używać rękawicy, kiedy tylko zechce” – głosił jeden z punktów umowy⁸.

Gates stronił od sportów zespołowych, ale z zapałem trenował tenis i narciarstwo wodne. Niestrudzenie doskonalił się też w różnych sztuczkach, na przykład w wyskakiwaniu z pojemnika na śmieci bez dotykania krawędzi. Ojciec Billa posiadał najwyższy w skautingu stopień eagle scouta (cały jego życiorys świadczył o głębokim przywiązaniu do dwunastu cnót wymienionych w prawie skautowskim); młody Bill poszedł w jego ślady i również został skautem, zdobywając drugi najwyższy stopień skautowski, life scout. Do zostania eagle scoutem zabrakło mu raptem trzech odznak. Podczas jednego ze zlotów przeprowadził dla swoich kolegów pokaz obsługi komputera, ale w tamtych czasach nie przyznawano jeszcze odznaki za ten rodzaj sprawności⁹.

Wszystkie te aktywności stanowiły niewątpliwie pożytek dla ciała i ducha, jednak nie zmieniało to faktu, że młody Bill robił wrażenie absolutnego nerda – była to zasługa jego nieprzeciętnego intelektu, ale także wielkich okularów, szczupłej sylwetki, piskliwego głosu oraz stylu klasowego kujona, przejawiającego się między innymi w upodobaniu do zapiętych pod szyję koszul. „Był nerdem na długo przed tym, zanim to słowo trafiło do słowników” – podsumował jeden z jego byłych nauczycieli. Intelektualny zapał młodego Gatesa był wręcz legendarny. Kiedy w czwartej klasie nauczyciel przyrody kazał uczniom napisać pięciostronicowe wypracowanie, Gates wręczył mu trzydzieści bitych stron. W tym samym roku, wypełniając w szkole formularz z pytaniem o to, kim chciałby zostać w przyszłości, odpowiedział: „naukowcem”. Wygrał również kolację w restauracji na szczycie wieży Space Needle – była to główna nagroda w konkursie zorganizowanym przez pastora kościoła, do

którego uczęszczała rodzina Gatesów. Bill nauczył się na pamięć i bezbłędnie wygłosił cały tekst biblijnego Kazania na Górze¹⁰.

Jesienią 1967 roku Bill obchodził dwunaste urodziny, ale posturą wciąż przypominał raczej dziewięciolatka. Jego rodzice uznali więc, że lepiej poradzi sobie w szkole prywatnej. „Kiedy Bill szykował się do pójścia do gimnazjum, zaczęliśmy się o niego martwić – wspominał wiele lat później jego ojciec. – Był drobnym i nieśmiałym chłopcem, a jego zainteresowania nie miały wiele wspólnego z tym, co ciekawi przeciętnego szóstoklasistę”¹¹. Gatesowie doszli do wniosku, że najlepszym miejscem dla ich syna będzie szkoła Lakeside, której kampus, pełen wiekowych budynków z czerwonej cegły, przypominał kampusy prywatnych liceów z Nowej Anglii. Lakeside było szkołą chętnie wybieraną przez elity miasta Seattle: swoich synów (a wkrótce także i córki) posyłali tam miejscowi biznesmeni oraz przedstawiciele wolnych zawodów.

Kilka miesięcy po rozpoczęciu nauki w Lakeside życie Gatesa zmieniło się diametralnie za sprawą terminalu komputerowego, który trafił do małej salki na parterze budynku, w którym mieściły się pracownie matematyczne i przyrodnicze. Nie był to prawdziwy komputer, a jedynie dalekopis Teletype, połączony za pomocą linii telefonicznej z komputerem General Electric Mark II, wyposażonym w system operacyjny z obsługą dzielenia czasu. Klub Matek Lakeside postanowił wykorzystać trzy tysiące dolarów, zebrane podczas kiermaszu staroci, i wykupił uczniom szkoły dostęp do systemu, płacąc cztery dolary i osiemdziesiąt centów za każdą minutę. Popularność tej nowej oferty oraz jej koszty okazały się wkrótce znacznie większe, niż wyobrażały to sobie matki uczniów Lakeside. Kiedy nauczyciel matematyki pokazał siódmoklasiście Billowi Gatesowi nowe urządzenie, ten od razu połknął bakcyła. „Tamtego pierwszego dnia wiedziałem na temat nowego systemu więcej niż Bill – stwierdził później nauczyciel. – Ale już następnego dnia to się zmieniło”¹².

Gates spędzał w pracowni komputerowej tyle czasu, ile tylko mógł; bywał tam codziennie wraz z grupką równie mocno zafascynowanych komputerami kolegów. „Pogrążaliśmy się w naszym własnym świecie” –

wspominał. Terminal komputerowy stał się dla niego tym, czym dla młodego Einsteina był zabawkowy kompas: fascynującym przedmiotem, pobudzającym najgłębsze pokłady ciekawości. Próbując po latach wyjaśnić, co właściwie pociągało go w komputerach, Gates stwierdził, że chodziło o prostotę i elegancję logicznego rygoru – coś, co już wcześniej starał się wdrożyć w swoim własnym toku myślenia. „Kiedy posługujesz się komputerem, nie możesz sobie pozwolić na żadne niejasne twierdzenia. Twój język musi być absolutnie precyzyjny”¹³.

Językiem, jakim posługiwał się komputer w szkolnej pracowni, był BASIC, czyli Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code (Symboliczny Wielozadaniowy Kod Instrukcji dla Początkujących), opracowany kilka lat wcześniej w college'u Dartmouth z myślą o tym, by umożliwić programowanie osobom, które nie mają nic wspólnego z inżynierią. Żaden z nauczycieli zatrudnionych w Lakeside nie znał tego języka, ale Gates wraz z kolegami szybko pochłonęli liczącą czterdzieści dwie strony instrukcję i stali się prawdziwymi specami od BASIC-a. Niedługo potem zaczęli uczyć się bardziej wyrafinowanych języków programowania, takich jak Fortran czy COBOL; ulubionym językiem Gatesa pozostał jednak BASIC. Jeszcze w gimnazjum napisał w nim program pozwalający grać z komputerem w kółko i krzyżyk oraz konwerter liczb między systemami o różnych podstawach.

Paul Allen również uczęszczał do Lakeside, ale dwie klasy wyżej od Gatesa; był też od niego bardziej dojrzały pod względem fizycznym (zdołał nawet zapuścić bokobrody). Wysoki i towarzyski Allen w niczym nie przypominał typowego nerda. Kiedy po raz pierwszy spotkał Gatesa w pracowni komputerowej, młodszy kolega rozbawił go i z miejsca przypadł mu do gustu. „Zobaczyłem chudego, piegowatego ósmoklasistę, który przepychał się przez tłumek kłębiący się wokół Teletype'a. Jego ruchy były nieskoordynowane i widać było, że rozpiera go niespokojna energia – przypominał sobie tamtą scenę Allen. – Jego blond czupryna falowała we wszystkie strony”. Obaj chłopcy szybko się zaprzyjaźnili i często przesiadywali w sali komputerowej do późnego wieczora,

pochłonięci pracą. „Bill był wyjątkowo ambitny – opisywał kolegę Allen. – Zawsze chciał wszystkim udowodnić, jaki z niego bystrzak. Do tego był bardzo, ale to bardzo wytrwały”¹⁴.

Któregoś dnia Allen, pochodzący z mniej zamożnej rodziny (jego ojciec był kierownikiem biblioteki na Uniwersytecie Waszyngtońskim), odwiedził Gatesa w jego domu. Był pod wrażeniem tego, co tam zobaczył. „Pamiętam, jak Bill czytał w nabożnym skupieniu magazyn »Fortune«, który prenumerowali jego rodzice” – opowiadał Allen. W pewnym momencie Gates zagadnął go, czy zastanawiał się kiedyś nad tym, jak to jest stać na czele wielkiej firmy. Allen odparł, że nigdy o tym nie myślał. „Kto wie, może kiedyś my dwaj będziemy mieli naszą własną firmę” – stwierdził Gates¹⁵.

Tym, co różniło obu przyjaciół, była umiejętność koncentracji. Myśli Allena nieustannie krążyły wokół przeróżnych pomysłów i pasji, natomiast Gates zawsze był obsesyjnie skupiony na jednym konkretnym celu. „O ile ja miałem ochotę zagłębiać się we wszystko, co tylko mi się nawinęło, Bill zawsze skupiał się na jednym zadaniu – twierdził Allen. – Było to widać zwłaszcza wtedy, gdy zajmował się programowaniem. Siedział przed komputerem, kurczowo zaciskając szczęki na kolorowym pisaku, przytupując nerwowo nogą i kiwając się na krześle, całkowicie obojętny na wszystko, co mogłoby go rozpraszać”¹⁶.

Na pierwszy rzut oka Gates mógł sprawiać wrażenie nerdowatego i na dodatek aroganckiego. Miał konfrontacyjny sposób bycia, który dawał o sobie znać nawet w kontaktach z nauczycielami; kiedy coś mu się nie spodobało, łatwo wpadał we wściekłość. Był geniuszem, doskonale o tym wiedział i chętnie dawał innym odczuć swoją wyższość. „To głupie” – potrafił oświadczyć zarówno swoim kolegom ze szkoły, jak i nauczycielom. Jeśli miał ochotę dopiec komuś jeszcze mocniej, oznajmiał: „To najgłupsza rzecz, jaką w życiu słyszałem”, albo sugerował „martwicę mózgu”. Kiedyś podczas lekcji zaczął wyśmiewać lubianego przez kolegów ucznia, który nie mógł sobie poradzić z rozwiązaniem jakiegoś zadania. Siedzący tuż przed nim chłopak obrócił się w ławce i złapawszy Gatesa za zapięty pod

szyją kołnierzyk koszuli, zagroził, że spuści szydery manto. Nie obyło się bez interwencji nauczyciela.

Ci, którzy znali Gatesa bliżej, wiedzieli jednak, że był kimś więcej niż nerdowatym impertynentem. Był impulsywny i niezwykle inteligentny, ale miał też wspaniałe poczucie humoru, uwielbiał przygody, lubił fizyczne ryzyko i chętnie organizował sobie i znajomym różne zajęcia. W wieku szesnastu lat dostał nowego czerwonego Forda Mustanga (czterdzieści lat później samochód wciąż był w jego posiadaniu i stał zaparkowany w garażu w rezydencji Gatesa) i często zabierał swoich przyjaciół na szalone przejażdżki. Zapraszał też paczkę kumpli do należącej do jego rodziny posiadłości nad Kanałem Hooda, gdzie wspólnie uprawiali kiteskiing, śmigając za motorówką, do której przyczepiona była trzystumetrowa linka. Na potrzeby szkolnego przedstawienia Bill nauczył się na pamięć opowiadania Jamesa Thurbera *The Night the Bed Fell* („Noc, kiedy spadło łóżko”); zagrał również jedną z ról w sztuce Petera Shaffera *Black Comedy* („Czarna komedia”). Mniej więcej w tym samym czasie zaczął rozpowiadać wszem i wobec, że zanim ukończy trzydzieści lat, zarobi milion dolarów. Jak się okazało, jego przewidywania były zdecydowanie zbyt skromne: majątek trzydziestoletniego Billa Gatesa wynosił bowiem 350 milionów dolarów.

Grupa Programistów z Lakeside

Jesienią 1968 roku rozpoczynający naukę w ósmej klasie Gates stworzył wraz z Allenem Grupę Programistów z Lakeside. Było to coś w rodzaju młodzieżowego gangu maniaków komputerowych. „Grupa Programistów z Lakeside była początkowo paczką nastoletnich chłopaków, w których buzował testosteron i którzy chcieli sobie nawzajem zaimponować” – wspominał Allen. Wkrótce jednak przerodziła się w całkiem dochodowy i dobrze radzący sobie na rynku interes. „To ja byłem inicjatorem tej zmiany – stwierdził Gates. – To ja pierwszy powiedziałem: »Spróbujmy wyjść do ludzi i coś im sprzedać«”¹⁷. Allen wspominał później z lekką nutą

irytacji: „Wszyscy chcieliśmy pochwalić się tym, co potrafimy, ale to Bill był najbardziej zdeterminowany i ambitny; co do tego nie ma najmniejszych wątpliwości”¹⁸.

W skład Grupy Programistów z Lakeside wchodziło jeszcze dwóch bywalców szkolnej pracowni komputerowej. Ric Weiland podobnie jak Allen chodził do dziesiątej klasy. Był ministrantem w miejscowym kościele luterańskim, a jego ojciec, inżynier, pracował w zakładach Boeinga. Dwa lata wcześniej zbudował w piwnicy swój pierwszy komputer. Ric różnił się od reszty stałych gości pracowni komputerowej: był wysoki, muskularny, z kwadratową szczęką. W tamtym czasie ten wyjątkowo przystojny nastolatek starał się uporać ze świadomością, że jest gejem – w konserwatywnej szkole w latach sześćdziesiątych nie było łatwo mówić otwarcie o takich sprawach.

Kolejnym członkiem Grupy był Kent Evans, kolega z klasy Gatesa i syn unitariańskiego pastora. Na twarzy tego towarzyskiego i niezwykle koleżeńskiego chłopaka błąkał się ujmujący, choć nieco krzywy uśmiech – pamiątka po rozszczępie podniebienia, które zostało skorygowane chirurgicznie wkrótce po przyjściu Kenta na świat. Evans był nieustraszony i zawsze pewny siebie, zarówno podczas rozmów telefonicznych z dyrektorami firm, jak i w trakcie wspinaczki na skaliste klify. To on wymyślił nazwę Grupa Programistów z Lakeside – uznał bowiem, że dzięki temu uda im się pozyskiwać darmowy sprzęt od firm, które reklamowały się w czasopismach poświęconych elektronice. Pasjonował go biznes i razem z Gatesem czytał namiętnie każdy numer „Fortune”. Został najlepszym przyjacielem Billa. „Zamierzaliśmy zawojować świat – opowiadał po latach Gates. – Nieustannie gadaliśmy ze sobą przez telefon. Do dziś pamiętam jego numer”¹⁹.

Grupa Programistów z Lakeside otrzymała pierwsze zlecenie jesienią 1968 roku. Kilku inżynierów z Uniwersytetu Waszyngtońskiego otworzyło w dawnym salonie sprzedaży samochodów Buick niewielką firmę oferującą usługi komputerowe w systemie podziału czasu. Oficjalna nazwa firmy brzmiała Computer Center Corporation, ale często nazywano ją po prostu

C-Cubed (C do potęgi trzeciej). Wspólnicy kupili komputer DEC PDP-10 – wszechstronną maszynę klasy mainframe, która miała stać się podstawowym sprzętem rodzącego się właśnie sektora usług opartych na dzieleniu czasu, a zarazem ulubioną maszyną Gatesa – i planowali oferować czasowy dostęp do komputera klientom takim jak Boeing, którzy łączyliby się z PDP-10 za pośrednictwem dalekopisów lub linii telefonicznych. Jednym ze współników w C-Cubed była członkini Klubu Matek Lakeside; złożyła ona gangowi Gatesa propozycję, którą można było porównać do zaoferowania trzecioklasistom stanowiska degustatorów w fabryce czekolady. Zadanie Gatesa oraz jego kolegów miało polegać na zmuszaniu PDP-10 do wytężonej pracy – wieczorami oraz w weekendy mogli programować i grać na komputerze, ile tylko dusza zapragnie; wszystko po to, by sprawdzić, jakie operacje mogą wywołać zawieszenie systemu. Umowa, którą C-Cubed zawarło z producentem PDP-10, czyli firmą DEC, przewidywała, że C-Cubed nie będzie musiało wносить opłat leasingowych do czasu, aż sprzęt będzie ostatecznie wolny od błędów i zacznie działać w sposób stabilny. DEC nie przewidział, że do testowania ich maszyny weźmie się grupka nieletnich zapaleńców z Grupy Programistów z Lakeside.

Gatesa i jego kumpli obowiązywały dwie zasady: za każdym razem, gdy udało im się doprowadzić do zawieszenia komputera, musieli opisywać, co konkretnie zrobili, czyli co wprowadzili do komputera; nie mogli też powtarzać po raz drugi tej samej wywołującej błąd operacji, dopóki nie zostali o to poproszeni. „Mieliśmy szukać błędów, zwanych też »bugami«, niczym mały iskające futro w poszukiwaniu insektów – wspominał Gates. – Doprowadzaliśmy maszynę do granic jej możliwości, sięgając po najbardziej brutalne metody”. PDP-10 posiadał trzy taśmy magnetyczne; chłopcy z Lakeside uruchamiali wszystkie naraz, a potem starali się spowodować błąd systemu, odpalając tuzin programów, by jak najbardziej obciążyć pamięć komputera. „To była głupkowata robota” – podsumował Gates²⁰. W zamian za przeprowadzanie testów mogli spędzać dowolną ilość czasu na pisaniu własnych programów. Stworzyli wówczas grę *Monopoly*

z generatorem liczb losowych, który zastępował tradycyjne rzuty kostką, a Gates dał wyraz swojej fascynacji Napoleonem (zapałym matematykiem), pisząc kod skomplikowanej gry wojennej. „Gracz miał do dyspozycji armie i mógł toczyć bitwy – wspominał Allen. – Program coraz bardziej się rozrastał i koniec końców cały kod zajmował piętnaście metrów papieru dalekopisowego”²¹.

Młodzi programiści z Lakeside jeździli do siedziby C-Cubed autobusem i całymi wieczorami oraz weekendami przesiadywali w pomieszczeniu, w którym znajdował się terminal. „Stałem się prawdziwym fanatykiem – wspominał Gates. – Potrafiłem spędzić przy komputerze cały dzień, a potem noc”. Programowali tak długo, dopóki nie zaczynał doskwierać im głód. Wtedy szli na drugą stronę ulicy, gdzie znajdowało się jedno z ulubionych miejsc spotkań hipisów: lokal o nazwie Morningtown Pizza. Gatesa ogarnęła obsesja na punkcie programowania. Jego pokój zawałony był ubraniami i wydrukami z dalekopisu. Rodzice próbowali narzucić mu godzinę policyjną, jednak bez większych rezultatów. „Praca przy komputerze wciągnęła Treya do tego stopnia – opisywał jego ojciec – że kiedy tylko położyliśmy się do łóżka, wymykał się z domu przez okno w piwnicy i spędzał większą część nocy w siedzibie firmy”²².

Szefem C-Cubed i mentorem Grupy Programistów z Lakeside był nie kto inny, jak sam Steve „Slug” (Ślimak) Russell, łebski programista o kpiarskim usposobieniu, który w czasie studiów w MIT stworzył *Spacewar*, jedną z pierwszych gier komputerowych w historii. Teraz pałeczkę po nim przejmowało nowe pokolenie komputerowców. „Bill i Paul uważali doprowadzanie do zawieszenia systemu za świetną zabawę; spodobała im się ona tak bardzo, że musiałem ich upominać, żeby nie robili tego ponownie, dopóki ich o to nie poprosimy” – opowiadał później Russell²³. „Kiedy sprawdzałem, jak sobie radzą, zadawali mi zwykle kilka pytań, na które odpowiadałem w dość obszerny sposób”²⁴. Szczególne wrażenie zrobił na Russellu sposób, w jaki Gates potrafił powiązać rozmaite rodzaje błędów z konkretnymi programistami pracującymi w DEC-u. Jego typowy raport na temat błędów wyglądał mniej więcej tak:

„W tej linijce kodu pan Faboli znowu popełnił ten sam błąd – nie sprawdził wartości semafora, kiedy zmieniał status. Wystarczy wstawić w tym miejscu tę dodatkową linię i problem będzie rozwiązany”²⁵.

Gates i Allen nauczyli się doceniać znaczenie systemu operacyjnego, który był czymś w rodzaju układu nerwowego komputera. Allen ujął to tak: „System operacyjny wykonuje logistyczną pracę, dzięki czemu jednostka centralna może przeprowadzać swoje obliczenia: uruchamianie i zamykanie programów; przydzielanie zasobów plikom; transfer danych między modemami, dyskami i drukarkami”. System operacyjny w PDP-10 nosił nazwę TOPS-10. Russell pozwolił Gatesowi i Allenowi czytać podręcznik użytkownika, nie zgadzał się jednak, by zabrali go do domu. Zdarzało im się przesiadywać w biurze do samego rana i chłonać informacje z podręcznika.

Gates szybko zdał sobie sprawę, że aby w pełni zrozumieć system operacyjny, muszą zdobyć dostęp do jego kodu źródłowego, za pomocą którego programiści opisują każdą operację, jaką ma wykonać komputer. Kod źródłowy był jednak pilnie strzeżoną tajemnicą głównych inżynierów i chłopcy z Lakeside nie mieli do niego wglądu. Ta niedostępność sprawiała, że jeszcze bardziej pożąдали swojego Świętego Graala. Pewnego dnia Gates i spółka odkryli, że wyrzucane przez programistów wydruki lądują w ogromnym kontenerze na śmieci stojącym na tyłach budynku, w którym mieściła się firma. Allen splótł dłonie i podsadził Gatesa (jak stwierdził, „Bill ważył nie więcej niż 50 kilogramów”). Gates dał nura do kontenera i grzebiąc w fusach po kawie i różnych innych śmieciach, odnalazł poplamione i pogniecione wydruki. „Zanieśliśmy nasze cenne znalezisko do pomieszczenia, w którym znajdował się terminal, a potem ślęczeliśmy nad tymi papierami przez wiele godzin – wspominał Allen. – Nie miałem żadnego kamienia z Rosetty, który pomógłby mi rozszyfrować znaczenie tego tekstu. Rozumiałem średnio jedną na dziesięć linijek. Ale i tak byłem pod olbrzymim wrażeniem precyzyjnej elegancji kodu źródłowego”.

W rezultacie Gates i Allen zapragnęli poznać język programowania

niższego poziomu. Do tego, by w pełni pojąć architekturę systemu operacyjnego, potrzebne było opanowanie kodu assemblera, czyli podstawowych poleceń – w rodzaju „Ładuj B. Dodaj C. Zachowaj w A” – przekazywanych bezpośrednio do procesora. „Steve Russell zauważył, jak bardzo mnie to interesuje – opowiadał Allen. – Zawołał mnie kiedyś na stronę, wręczył mi plastikową koszulkę ze zbiorem instrukcji assemblera i powiedział, że powinienem to przeczytać”²⁶. Allen i Gates przeczytali materiały, ale nie rozwiązało to wszystkich ich wątpliwości. Wtedy Russell wręczył im kolejną porcję materiałów i oznajmił: „Teraz musicie przeczytać to”. Po pewnym czasie obaj chłopcy zrozumieli wszelkie zawiłości assemblera, a zarazem dostrzegli jego wewnętrzną prostotę, dzięki której system operacyjny jest tak potężnym i eleganckim narzędziem.

Kiedy C-Cubed uznało, że oprogramowanie stworzone przez DEC-a zaczęło wreszcie działać wystarczająco stabilnie, Grupa Programistów z Lakeside straciła przywilej darmowego korzystania z PDP-10. „Usłyszeliśmy: »No dobrze, małpki, możecie już zmykać do domu«” – wspominał Gates²⁷. Z pomocą przyszedł im Klub Matek Lakeside, który założył chłopcom indywidualne konta, umożliwiające zdalny dostęp do komputera; z powodu skromnych funduszy dostęp ten był jednak ograniczony czasowo. Gates i Allen nie mieli wątpliwości, że przydzielony im limit czasu okaże się niewystarczający – postanowili więc obejść ograniczenia, zdobywając hasło administratora systemu, a następnie włamując się do pliku z danymi kont dostępowych i łamiąc algorytm zabezpieczeń. Dzięki temu przez pewien czas mogli korzystać z darmowych kont. Zanim jednak zdążyli narobić więcej zamieszania, zostali złapani: nauczyciel matematyki znalazł rolkę papieru dalekopisowego z numerami kont oraz hasłami. O całej sprawie dowiedzieli się szefowie C-Cubed oraz DEC-a; obie firmy wysłały do Lakeside delegację, która spotkała się z dyrektorem szkoły. Gates i Allen zostali wezwani na dywanik: zwiesili głowy i próbowali udawać głęboką skruchę, ale wszystko na nic. Otrzymali zakaz korzystania z systemu przez pozostałą część semestru oraz przez całe letnie wakacje.

„Na pewien czas dałem sobie spokój z komputerami i próbowałem zachowywać się jak normalny nastolatek – opowiadał Gates. – Postanowiłem udowodnić, że mogę mieć same piątki, nie zaglądając w domu do podręczników. Zamiast tego czytałem biografie Napoleona i różne powieści, na przykład *Buszującego w zbożu*”²⁸.

Przez niemal rok Grupa Programistów z Lakeside pozostawała nieaktywna. Jesienią 1970 roku szkoła Lakeside zaczęła kupować dostęp do PDP-10 od firmy Information Sciences, Inc. (ISI) z siedzibą w Portland w stanie Oregon. Było to dość kosztowne: opłata wynosiła piętnaście dolarów za godzinę. Gates i spółka szybko wymyślili sposób na włamywanie się do systemu i zdobyli darmowy dostęp, ale po pewnym czasie ponownie zostali przyłapani. Uznali więc, że tym razem spróbują innego podejścia: wysłali do ISI list, w którym zaproponowali firmie swoje usługi w zamian za bezpłatny dostęp do komputera.

Ponieważ szefowie ISI wahali się, czy przystać na tę propozycję, czterej chłopcy pojechali do Portland, żeby pokazać, jacy są dobrzy; zabrali ze sobą szereg wydruków oraz kody źródłowe napisanych przez siebie programów. „Pokazaliśmy dowody na posiadane przez nas doświadczenie i dołączyliśmy nasze CV” – opowiadał Allen. CV Gatesa, który dopiero co ukończył szesnaście lat, zostało napisane ołówkiem na zeszytowym papierze w linie. ISI zdecydowało się powierzyć im zadanie polegające na napisaniu programu płacowego, który umożliwiłaby wystawianie pracownikom czeków z wypłatą, pomniejszoną o odpowiednie składki i podatki²⁹.

To właśnie wtedy w stosunkach łączących Gatesa i Allena pojawiły się pierwsze rysy. Program płacowy miał zostać napisany nie w ulubionym przez Gatesa BASIC-u, tylko w COBOL-u, bardziej skomplikowanym języku programowania, opracowanym między innymi przez Grace Hopper z myślą o zastosowaniach biznesowych. Ric Weiland znał COBOL-a i napisał dla ISI edytor tego języka. Allen szybko go opanował i w rezultacie dwaj starsi członkowie Grupy Programistów z Lakeside

doszli do wniosku, że poradzą sobie bez Gatesa oraz Evansa. „Paul i Rick uznali, że nie będą mieć zbyt wiele roboty, i oświadczyli, że nie jesteśmy im potrzebni – wspominał Gates. – Wydawało im się, że sami uporają się z tym zadaniem i w nagrodę otrzymają dostęp do komputera”³⁰.

Gates został odstawiony na boczny tor na całe sześć tygodni; w tym czasie czytał podręczniki do algebry i unikał towarzystwa Allena oraz Weilanda. „W końcu jednak Paul i Rick stwierdzili: o cholera, to wcale nie jest takie proste” – wspominał Gates. Okazało się, że do napisania programu płacowego nie wystarczy sama tylko znajomość języka programowania; potrzebny był także ktoś, kto potrafiłby obliczać wysokość składek na ubezpieczenie społeczne, podatek federalny oraz fundusz pracy. „Wtedy moi koledzy przyszli i powiedzieli: hej, mamy tu pewien kłopot. Czy mógłbyś wrócić i nam pomóc?”. Gates zastosował wówczas zagrywkę, która wpłynęła na kształt jego przyszłych relacji z Allenem. „Powiedziałem: zgoda, ale pod warunkiem, że to ja wszystkim pokieruję. Na pewno przyzwyczaję się do bycia szefem i potem trudno będzie mi z tego zrezygnować. Dlatego jeśli zgadzasz się, żebym pokierował tym projektem, to musisz się pogodzić z tym, że tak samo będzie ze wszystkimi kolejnymi projektami”³¹.

I tak też się stało. Po powrocie na łono Grupy Programistów z Lakeside Gates zaczął nalegać na jej przekształcenie w spółkę osobową i z pomocą ojca przygotował formalną umowę. Tego rodzaju spółki nie mają zwykle prezesów, co nie przeszkodziło Gatesowi w tytułowaniu się w taki właśnie sposób. Miał wówczas szesnaście lat. Potem przystąpił do dzielenia udziałów w wartym 18 tysięcy dolarów czasie dostępu do komputera, który miał stanowić ich wynagrodzenie za pracę dla ISI. Dokonując tego podziału, wyrolował Allena. „Kentowi i sobie przyznałem po 4/11 udziałów. Rickowi dałem 2/11, a Paul dostał 1/11 – opowiadał później Gates. – Mój pomysł, żeby podzielić całość na jedenaście części, wydał się chłopakom zabawny. Ale fakty były takie, że Paul był okropnie leniwy i prawie nic nie robił. Uznałem, że wykonał dwa razy mniej pracy niż Rick, a z kolei ja i Kent zrobiliśmy ponad dwa razy więcej od Ricka”³².

Początkowo Gates zamierzał przyznać sobie nieco większy udział niż Evansowi, ale jak sam później przyznał, „Kent nigdy by się na to nie zgodził”. Evans miał smykałkę do interesów i pod tym względem nie ustępował Gatesowi. Kiedy prace nad programem płacowym dobiegły końca, Evans zanotował w swoim skrupulatnie prowadzonym dzienniku: „We wtorek wybieramy się do Portland, żeby dostarczyć gotowy program i, jak to ujęli ludzie z ISI, »uzgodnić warunki przyszłej współpracy«. Do tej pory pracowaliśmy dla nich po to, żeby uczyć się nowych rzeczy i zyskać dostęp do komputera. Teraz chcemy zarobić trochę pieniędzy”³³. Negocjacje były twarde; przez pewien czas wyglądało nawet na to, że ISI będzie zwlekać z przyznaniem Gatesowi i spółce części wypracowanego przez nich dostępu do komputera pod pretekstem niedostarczenia odpowiedniej dokumentacji. Ojciec Gatesa napisał jednak w tej sprawie list do firmy i sprawa została wyjaśniona, po czym obie strony ustaliły warunki nowej umowy.

Jesienią 1971 roku, kiedy Gates zaczynał naukę w przedostatniej klasie liceum, doszło do połączenia Lakeside ze szkołą dla dziewcząt. Fuzja spowodowała koszarne trudności z ustalaniem planu lekcji i dlatego administracja szkoły poprosiła Gatesa oraz Evansa o napisanie programu, który pomógłby rozwiązać ten problem. Gates wiedział, że harmonogram zajęć w szkole zawiera mnóstwo zmiennych – zajęcia obowiązkowe, rozkład zajęć poszczególnych nauczycieli, ilość miejsc w klasach, przedmioty nauczane w zakresie rozszerzonym, zajęcia fakultatywne, podwójne lekcje w pracowniach – wszystko to sprawiało, że napisanie takiego programu było nadzwyczaj trudnym zadaniem. Ponieważ Gates nie chciał się go podjąć, do pisania programu zabrał się jeden z nauczycieli; Gates i Evans zastąpili go w prowadzeniu zajęć z informatyki. W styczniu pracujący nad skomputeryzowanym rozkładem zajęć nauczyciel zginął w katastrofie pilotowanego przez siebie niewielkiego samolotu. Gates i Evans zgodzili się przejąć po nim pałeczkę, ale po namyśle uznali, że zaczną pisanie programu od zera. Spędzali w pracowni komputerowej wiele godzin, nierzadko zostając tam na noc. W maju program nadal nie był

gotowy, ale Gates i Evans robili co w ich mocy, by ukończyć go przed rozpoczęciem nowego roku szkolnego.

Evans pomimo wyczerpania intensywną pracą zdecydował się wziąć udział w wyprawie wspinaczkowej, na którą zgłosił się już wcześniej. Nie zaliczał się do szczególnie wysportowanych osób. „Byłem zaskoczony, że w ogóle zapisał się na tę wyprawę – stwierdził Gates. – Przypuszczam, że chciał sprawdzić granice swoich możliwości”. Ojciec Kenta zdawał sobie sprawę z tego, jak bardzo wyczerpany jest jego syn, i dlatego błagał go o rezygnację z udziału w wyprawie: „Podczas naszej ostatniej rozmowy usiłowałem go przekonać do zmiany planów, ale on zawsze kończył to, co zaczął”. Uczestnicy wyprawy uczyli się asekuracji wspinaczkowej na jednym z bardziej łagodnych stoków, gdy w pewnym momencie Evans stracił równowagę. Przewrócił się i usiłował wstać, ale zamiast tego zaczął staczać się po śniegu dwieście metrów w dół lodowca. Zamiast rozstawić ręce, tak jak należy to zrobić w podobnej sytuacji, Evans podkulił je pod siebie, próbując instynktownie chronić się przed skutkami upadku. Kilkakrotnie uderzył głową o kamienie i wkrótce później zmarł na pokładzie śmigłowca ratowniczego.

Dyrektor szkoły Lakeside zadzwonił do domu Gatesów. Rodzice przywołali Billa do sypialni i przekazali mu tragiczne wieści¹. Nabożeństwo żałobne odprawione zostało przez nauczyciela plastyki z Lakeside, Roberta Fulghuma, który podobnie jak ojciec Evansa był pastorem unitariańskim (Fulghum został potem znanym pisarzem, autorem między innymi zbioru esejów *All I Really Need To Know I Learned in Kindergarten* [„Wszystkiego, czego potrzebowałem, nauczyłem się w przedszkolu”]). „Nigdy wcześniej nie myślałem o śmierci – wyznał Gates. – Podczas nabożeństwa miałem powiedzieć kilka słów, ale nie mogłem się zmusić, by wstać z ławki. Przez dwa tygodnie nie byłem w stanie zrobić absolutnie niczego”. Gates spędził dużo czasu z rodzicami zmarłego przyjaciela. „Kent był ich oczkiem w głowie”³⁴.

Jakiś czas później Gates zadzwonił do Paula Allena, który właśnie ukończył pierwszy rok studiów na Uniwersytecie Stanu Waszyngton,

i poprosił go, by przyjechał do Seattle i pomógł mu dokończyć pisanie programu dla szkoły Lakeside. „Miałem zrobić to wspólnie z Kentem – powiedział. – Potrzebuję twojej pomocy”. Allen miał świadomość, że Gates jest w kiepskim stanie. „Przez kilka tygodni był w depresji” – wspominał³⁵. Latem 1972 roku Paul i Bill przytaszczyli na szkolny kampus dwa łóżka polowe i – zupełnie jak za dawnych czasów – przesiadywali całymi nocami w pracowni komputerowej, łącząc się z PDP-10. Wnikliwy umysł Gatesa zdołał poradzić sobie z łamigłówką, jaką stanowiły liczne zmienne szkolnego harmonogramu zajęć: rozbił jeden skomplikowany problem na szereg mniejszych, które można było rozwiązywać jeden po drugim. Przy okazji udało mu się tak ustawić plan lekcji, że na zajęciach z historii znalazł się w grupie z najfajniejszymi dziewczynami i tylko jednym chłopakiem („skończonym ofertą”); zapewnił też sobie i swoim kumplom z ostatniej klasy wolne wtorkowe popołudnia. Członkowie jego paczki zrobili sobie z tej okazji okolicznościowe T-shirty z nadrukowaną beczką piwa oraz napisem „Klub Wtorkowy”³⁶.

Tamtego lata Gates i Allen zachwycili się nowym mikroprocesorem Intela, modelem 8008, znacznie bardziej zaawansowanym niż wcześniejszy model 4004, będący pierwszym rozwiązaniem typu computer on a chip (czyli jednoukładowym procesorem komputerowym). Byli do tego stopnia zafascynowani artykułem na temat Intela 8008, jaki ukazał się w czasopiśmie „Electronics Magazine”, że Gates nawet po wielu latach doskonale pamiętał numer strony, na której go opublikowano. Allen zadał wówczas Gatesowi pytanie: skoro pojedynczy układ scalony może działać jak komputer i można go programować, to dlaczego nie mieliby napisać dla niego specjalnego języka programowania, a konkretnie – specjalnej wersji BASIC-a? „Gdyby udało nam się tego dokonać – przekonywał Allen – to zwykli ludzie mogliby zacząć kupować komputery do swoich biur, a nawet domów”. Gates uznał jednak, że Intel 8008 się do tego nie nadaje. „Byłby żałośnie powolny – stwierdził. – A BASIC pochłaniałby niemal wszystkie zasoby jego pamięci. Ten sprzęt jest na to za słaby”. Ostatecznie Allen

przyznał Gatesowi rację. Postanowili zaczekać, aż za rok lub dwa na rynku zgodnie z prawem Moore'a pojawi się dwa razy mocniejszy mikroprocesor. W tamtym czasie wyklarowały się już zasady współpracy Gatesa z Allenem. „Ja byłem odpowiedzialny za pomysły. Moja rola polegała na wymyślaniu nowych rzeczy – opisywał Allen. – Bill z kolei słuchał i szukał słabych punktów w moim rozumowaniu, a potem wybierał najlepsze z moich koncepcji i pomagał je urzeczywistnić. Nie brakowało między nami napięć, ale generalnie rzecz biorąc, nasza współpraca przebiegała dobrze i była całkiem owocna”³⁷.

Gates zdobył kontrakt na opracowanie analizy wzorców natężenia ruchu ulicznego; zleceniodawcą była firma, która zajmowała się liczeniem pojazdów przejeżdżających po pneumatycznych detektorach ruchu, czyli gumowych węzłach zamontowanych w poprzek jezdni. Gates i Allen postanowili skonstruować specjalne urządzenie do przetwarzania surowych danych zbieranych przez liczniki ruchu drogowego. Utworzyli w tym celu własną firmę; Gates już wtedy ujawnił swój kiepski smak i nazwał ją po prostu Traf-O-Data. Następnie obaj wybrali się do pobliskiego sklepu elektronicznego Hamilton Avnet, gdzie wyciągnęli z portfela trzysta sześćdziesiąt dolarów i poprosili sprzedawcę o chip 8008. Allen doskonale pamięta tamten moment: „Sprzedawca wręczył nam małe kartonowe pudełeczko. Otworzyliśmy je i po raz pierwszy zobaczyliśmy na własne oczy mikroprocesor. Na niewielkiej nieprzewodzącej podstawie z czarnej gumy spoczywał owinięty w aluminiową folię cienki prostokąt długości niecałych trzech centymetrów. Dla dwóch chłopaków, którzy swoje komputerowe szlify zdobywali na wielkich maszynach klasy mainframe, było to niezwykle przeżycie”. Gates spojrzał na sprzedawcę i skomentował: „Życzycie sobie sporo pieniędzy za coś tak małego”. Ale zarówno on, jak i Allen byli pod ogromnym wrażeniem tego, co zobaczyli. Zdawali sobie bowiem sprawę, że ten jeden maleńki chip zawiera w sobie mózg całego komputera. „Pracownicy sklepu nie mogli się nadziwić, że dwóch smarkaczy przyszło kupić mikroprocesor 8008 – wspominał Gates. – A my obawialiśmy się, czy przy zdejmowaniu folii nie uszkodzimy przypadkiem

tego maleństwa”³⁸.

Żeby napisać program dla układu 8008, Allen wymyślił sposób na emulację mikroprocesora na komputerze typu mainframe. Jak stwierdził, emulacja mikroprocesora „dowodziła słuszności znanego w kręgach komputerowców truizmu, który opierał się na teoriach sformułowanych w latach trzydziestych przez Alana Turinga i głosił, że każdy komputer da się zaprogramować tak, by zachowywał się jak dowolny inny komputer”. Tamto osiągnięcie stanowiło również potwierdzenie słuszności hasła, pod jakim Gates i Allen zaangażowali się w komputerową rewolucję: „Software jest ważniejszy niż hardware”, jak ujął to Allen³⁹.

Biorąc pod uwagę głębokie przekonanie Gatesa i Allena o prymacie oprogramowania nad sprzętem komputerowym, nie powinien dziwić fakt, że udało im się napisać dobry program dla maszyny obliczającej i analizującej natężenie ruchu ulicznego, ale nie mogli dojść do ładu z komponentami zaprojektowanego przez siebie sprzętu. Problemy dotyczyły zwłaszcza mechanizmu odpowiedzialnego za odczytywanie taśm perforowanych, na których zapisywane były dane zbierane przez uliczne detektory ruchu. Kiedy Gates i Allen uznali, że ich sprzęt działa już tak, jak powinien, zaprosili do domu Gatesów przedstawiciela wydziału ruchu drogowego miasta Seattle, żeby zademonstrować mu gotowe urządzenie. Gdy już zasiedli w salonie, okazało się, że czytnik taśm zaczął nagle szwankować. Gates pobiegł wtedy po swoją matkę. „Idź tam i powiedz mu, mamó! – błagał. – Powiedz mu, że wczoraj wieczorem wszystko działało!”⁴⁰

Wiosną 1973 roku, w trakcie drugiego semestru ostatniego roku nauki Gatesa w liceum Lakeside, Billowi i Paulowi zaproponowano podjęcie pracy dla Bonneville Power Administration – rządowej agencji poszukującej w całym kraju specjalistów od PDP-10, którzy mieli pomóc w stworzeniu systemu zarządzania siecią elektroenergetyczną. Gates wraz z rodzicami udał się do dyrektora Lakeside i przekonał go, że pracując dla Bonneville, nauczy się więcej niż w szkole podczas ostatniego semestru.

Allen miał takie samo zdanie odnośnie do swoich zajęć na uczelni: „Otwierała się przed nami szansa, by ponownie pracować na PDP-10, i w dodatku ktoś chciał nam za to zapłacić!”. Obaj zapakowali się do kabrioletu Gatesa i w niecałe dwie godziny dotarli do położonej 265 kilometrów na południe od Seattle kwatery głównej Bonneville. Na miejscu wynajęli wspólnie niedrogie mieszkanie.

Pracowali w podziemnym bunkrze nad rzeką Columbia, nieopodal leżącego na drugim brzegu miasta Portland. „W bunkrze znajdowała się olbrzymia sterownia, która zrobiła na mnie większe wrażenie niż wszystko, co kiedykolwiek widziałem w telewizji” – wspominał Gates. Razem z Allenem urządzali sobie prawdziwe maratony programowania, trwające po dwanaście albo i więcej godzin. „Kiedy Bill czuł, że zaczyna opadać z sił, brał szklany pojemnik z napojem w proszku i nasypywał sobie pełną garść. Potem zlizywał proszek, który dawał mu solidnego cukrowego kopa – opowiadał Allen. – Tamtego lata skóra na jego dłoniach była stale zabarwiona na pomarańczowo”. Czasami po dwóch dobach nieustannej pracy kładli się do łóżek i przez osiemnaście godzin odsypiali zmęczenie. „Rywalizowaliśmy ze sobą, starając się sprawdzić, któremu z nas uda się wytrzymać w biurze trzy albo cztery dni bez przerwy – wspominał Gates. – Bardziej wydelikaceni koledzy prosili nas, żebyśmy poszli wreszcie do domu i wzięli prysznic. To było programowanie poziom hardcore”⁴¹.

Od czasu do czasu Gates robił sobie przerwę i wybierał się nad rzekę, by poszaleć na nartach wodnych – w dość ekstremalnym wydaniu, między innymi z suchymi startami z trampoliny do skoków do wody – po czym wracał do bunkra i ponownie zasiadał przed komputerem. Jeśli chodziło o stosunki z Allenem, to z reguły dogadywali się całkiem nieźle. Jedynym wyjątkiem były sytuacje, gdy podczas gry w szachy metodyczna strategia Allena okazywała się skuteczniejsza od brawurowego, agresywnego stylu gry Gatesa. „Któregoś dnia Bill był tak wściekły z powodu przegranej, że jednym ruchem zmiotł wszystkie figury z szachownicy na podłogę – opowiadał Allen. – Po kilku takich partiach daliśmy sobie spokój z szachami”⁴².

Pod koniec ostatniej klasy liceum Gates złożył papiery tylko na trzy uczelnie: Harvard, Yale i Princeton. W przypadku każdej z obowiązkowych rozmów kwalifikacyjnych przyjął inne podejście. „Byłem stworzony do aplikowania na uczelnie” – stwierdził chętnie, w pełni świadomy swojej smykałki do radzenia sobie z merytokratycznymi procedurami. W Yale przedstawił się jako młody człowiek z ambicjami politycznymi i podkreślił, że przez miesiąc był stażystą w Kongresie. W Princeton skupił się na tym, że pragnie zostać inżynierem informatykiem. Z kolei na Harvardzie oznajmił, że jego największą pasją jest matematyka. Początkowo Gates brał też pod uwagę studia w MIT, ale w ostatniej chwili zrezygnował z wyjazdu na rozmowę kwalifikacyjną, bo naszała go ochota, by pograć na flipperach. Ostatecznie został przyjęty na wszystkie trzy uczelnie. Wybrał Harvard⁴³.

„Wiesz, Bill, na Harvardzie spotkasz sporo ludzi, którzy będą lepszymi matematykami od ciebie” – ostrzegł go Allen.

„Nie ma mowy – odparł Gates. – Na pewno nie”.

„Sam się przekonasz” – stwierdził Allen⁴⁴.

Gates na Harvardzie

Kiedy Gates został poproszony o podanie swoich preferencji odnośnie do osób, z którymi chciałby dzielić pokój w akademiku, wskazał Afroamerykanina oraz studenta z zagranicy. Przydzielono mu miejsce w Wigglesworth Hall, akademiku dla studentów pierwszego roku, położonym w części uniwersyteckiego kampusu zwanej Harvard Yard. Jego współlokatorami zostali Sam Znaimer, zakochany w naukach ścisłych chłopak z ubogiej żydowskiej rodziny z Montrealu, oraz Jim Jenkins, czarnoskóry student z Chattanoogi. Znaimer, który po raz pierwszy w życiu zetknął się z przedstawicielem kasty WASP-ówⁱⁱ, uznał Gatesa za bardzo sympatycznego gościa o intrygująco dziwacznym stylu uczenia się. „Bill miał zwyczaj ślęczeć nad książkami przez minimum trzydzieści sześć godzin bez przerwy. Potem padał jak ścięty na łóżko, spał przez dziesięć godzin, a kiedy się obudził, siedł na pizze, po czym znowu zasiadał do

nauki – relacjonował Znaimer. – Zawsze trzymał się tej rutyny, nawet jeśli miało to oznaczać rozpoczęcie nauki o trzeciej nad ranem”⁴⁵. Znaimer z zaciekawieniem obserwował też, jak Gates zarywał niejedną noc na prowadzenie rozliczeń finansowych związanych z Traf-O-Data i wypełniał federalne oraz stanowe formularze podatkowe. Zawsze gdy ciężko nad czymś pracował, kołysał się w charakterystyczny dla siebie sposób. W wolnym czasie wraz z Znaimerem namiętnie grywali w gry wideo: w tym celu udawali się do wspólnej sali w akademiku, gdzie stał automat Atari z grą *Pong*, a czasem wybierali się do uczelnianej pracowni komputerowej, gdzie można było pograć w *Spacewar*.

Pracownia komputerowa Uniwersytetu Harvarda nosiła imię Howarda Aikena (Aiken był twórcą komputera Mark I i wraz z Grace Hopper obsługiwał go podczas drugiej wojny światowej). Na wyposażeniu pracowni znajdował się między innymi DEC PDP-10, który pierwotnie miał służyć amerykańskiemu wojskowemu w Wietnamie, ale ostatecznie trafił do Harvardu, gdzie wykorzystywano go w projektach badawczych finansowanych przez armię. Aby uniknąć protestów ze strony przeciwników wojny w Wietnamie, komputer dyskretnie przeszmuglowano do Pracowni imienia Aikena w pewien niedzielny poranek 1969 roku. Wprawdzie sprzęt został zakupiony z funduszy DARPA, ale fakt ten utrzymywano w tajemnicy – w związku z tym nie było żadnych pisemnych zasad odnośnie do tego, kto może z niego korzystać. Oprócz PDP-10 w pracowni znajdowało się także kilka komputerów PDP-1, na których studenci Harvardu grywali w *Spacewar*. Aby zaliczyć zajęcia z informatyki na pierwszym roku studiów, Gates stworzył komputerową wersję gry w baseball. Wymagało to połączenia ze sobą dwóch komputerów: PDP-10 oraz PDP-1. „Program działał na PDP-10, ale ponieważ korzystałem z identycznego systemu wyświetlania obrazu co w grze *Spacewar*, dane z PDP-10 były przesyłane do PDP-1, który posiadał niespotykany już obecnie wyświetlacz wektorowy”⁴⁶.

Gates siedział do późna w nocy, pisząc algorytmy służące do obliczania kierunku odbicia piłki oraz kąta, pod jakim gracz z pola łapał piłkę.

„Projekty, nad którymi Bill pracował na pierwszym roku, nie miały charakteru komercyjnego – opowiadał Znaimer. – Zajmował się nimi, ponieważ uwielbiał komputery”⁴⁷. Thomas Cheatham, profesor Harvardu sprawujący nadzór nad pracownią komputerową, miał wobec Gatesa mieszane odczucia. Jego zdaniem był on „cholernie dobrym programistą”, ale bywał też „wyjątkowo upierdliwy” i miał „antypatyczny charakter”. „Poniżał innych bez żadnego powodu. Ogólnie mówiąc, przebywanie w jego towarzystwie nie należało do przyjemności”⁴⁸.

Sprawdziły się przewidywania Allena, który uprzedzał Gatesa, że na Harvardzie nie będzie już najbystrzejszym dzieckiem w klasie. Lepszym matematykiem okazał się inny student pierwszego roku: Andy Braiterman z Baltimore. Mieszkał on w tym samym akademiku co Gates, tyle że piętro wyżej. Obaj potrafili przez całą noc nie zmrzyć oka, roztrząsając problemy matematyczne i zając pizzę w pokoju Braitermana. Andy zapamiętał Gatesa jako „zawsze żywiołowego”, a także „dobrego dyskutanta, potrafiącego bronić swoich opinii”⁴⁹. Gates szczególnie zażarcie bronił tezy, że już wkrótce wszyscy będą posiadać w domach komputery, dzięki którym zyskają swobodny dostęp do książek i innych źródeł informacji. Na drugim roku Gates i Braiterman zostali współlokatorami.

Jako swoją główną specjalizację Gates wybrał matematykę stosowaną. Udało mu się nawet wnieść drobny wkład w rozwój tej dziedziny nauki. Podczas jednego z wykładów profesor informatyki Harry Lewis przedstawił swoim studentom pewien klasyczny problem:

Szef kuchni w naszej restauracji jest wyjątkowo niedbały i wszystkie usmażone przez niego naleśniki są różnej wielkości. Dlatego idąc do stołu klienta z talerzem ze stosem naleśników, zmieniam ich ułożenie w taki sposób, by naleśniki posortowane były od najmniejszego na górze stosu do największego na dole. W tym celu biorę po kilka naleśników ze szczytu stosu i odwracam je. Powtarzam tę operację tyle razy, ile to konieczne (liczba odwracanych naraz naleśników może ulegać zmianie). Jeśli liczba wszystkich naleśników wynosi n , to jaka

jest minimalna liczba $f(n)$ odwróceń w naleśnikowym stosie, które muszą wykonać, by uporządkować naleśniki od największego do najmniejszego?

Aby odpowiedzieć na to pytanie, trzeba było wymyślić dobry algorytm, podobnie jak przy pisaniu programu komputerowego. „Przedstawiłem ten problem studentom i przeszedłem do kolejnego punktu wykładu – wspominał Lewis. – Po dwóch dniach w moim gabinecie zjawił się tamten bystry drugoroczniak i oświadczył, że wymyślił algorytm $5/3n$ ”. Innymi słowy, Gates wpadł na pomysł, że do posortowania naleśników wystarczy $5/3$ odwróceń każdego naleśnika leżącego na talerzu. „Aby dojść do takiego rozwiązania, trzeba było przeprowadzić całkiem skomplikowaną analizę tego, jak dokładnie mógłby wyglądać układ kilku naleśników leżących na szczycie stosu. Wymagało to wykazania się sporą inteligencją”. Jakiś czas później asystent profesora Lewisa, Christos Papadimitriou, opisał to rozwiązanie w artykule opublikowanym w jednym z czasopism naukowych. Bill Gates został wymieniony jako jego współautor⁵⁰.

Latem 1974 roku, przygotowując się do drugiego roku studiów na Harvardzie, Gates namówił Allena do przeprowadzki w okolice Bostonu i objęcia posady w firmie Honeywell, którą początkowo zaproponowano Gatesowi. Allen rzucił studia na Uniwersytecie Stanu Waszyngton, wsiadł do swojego Chryslera i pojechał prosto na Wschodnie Wybrzeże. Po dotarciu na miejsce próbował przekonać Gatesa, by on także porzucił studia. „Jeśli tego nie zrobisz, komputerowa rewolucja przejdzie nam koło nosa” – tłumaczył. Jedząc pizzę, fantazjowali o stworzeniu własnej firmy. „Gdyby wszystko poszło po naszej myśli, to jak duża mogłaby być ta nasza firma?” – zapytał w pewnej chwili Allen. Gates odparł: „Myślę, że moglibyśmy zatrudniać nawet trzydziestu pięciu programistów”⁵¹. Koniec końców Gates ugiął się jednak pod presją rodziców i zgodził się pozostać na Harvardzie. Przynajmniej na pewien czas.

Gates, podobnie jak wielu innych innowatorów, lubił buntować się dla samej tylko draki. Postanowił na przykład, że nie będzie chodził na

wykłady z żadnego z przedmiotów, na które był zapisany; pojawiał się za to na takich, których nie obejmował program jego studiów. Pilnie przestrzegał tej zasady. „Żeby się nie pogubić, na drugim roku chodziłem jako wolny słuchacz na te wykłady, które odbywały się w tych samych godzinach co wykłady, na które byłem zapisany – wspominał. – Byłem kontestatorem pełną gębą”⁵².

Zaczął również z wielkim zapałem oddawać się grze w pokera. Jego ulubioną odmianą był siedmiokartowy stud w wersji high-low. W ciągu jednego wieczoru można było wygrać – lub stracić – nawet ponad tysiąc dolarów. Gates, którego IQ znacznie przewyższało jego EQ, dobrze radził sobie z oceną prawdopodobieństwa wygranej, ale odczytywanie zamiarów i emocji innych graczy szło mu już o wiele gorzej. „Bill miał w sobie coś z monomaniaka – stwierdził Braiterman. – Skupiał się na jednej rzeczy i poświęcał się jej bez reszty”. Któregoś razu wręczył Allenowi swoją książeczkę czekową, żeby uchronić się przed dalszym trwonieniem pieniędzy, ale wkrótce potem zażądał jej zwrotu. „Bill pobierał kosztowne lekcje blefowania – skomentował Allen. – Jednego wieczoru wygrywał trzysta dolarów, a nazajutrz przegrywał sześćset. Tamtej jesieni przepuścił przy pokerowym stole wiele tysięcy, ale zapewniał mnie, że radzi sobie coraz lepiej”⁵³.

Na zajęciach z ekonomii dla studentów ostatniego roku Gates poznał Steve’a Ballmera, który jak się okazało, był jego sąsiadem z tego samego piętra w akademiku. Na pierwszy rzut oka Ballmer w niczym nie przypominał Gatesa: rosły, hałaśliwy i bardzo towarzyski, a do tego uwielbiający angażować się w działalność przeróżnych organizacji na harwardzkim kampusie. Był członkiem Hasty Pudding Club, czyli studenckiego stowarzyszenia zajmującego się pisaniem i wystawianiem musicali; z entuzjazmem godnym cheerleaderki pełnił funkcję menedżera uniwersyteckiej drużyny futbolu amerykańskiego; był wydawcą czasopisma literackiego „Advocate” oraz kierownikiem do spraw reklamy w studenckiej gazecie „Crimson”. Przystąpił nawet do jednego z zalatujących naftaliną studenckich klubów towarzyskich, których

członkami mogli być wyłącznie mężczyźni. Namówił też na to swojego nowego najlepszego kumpla Gatesa, który później opisał swoje członkostwo w klubie jako „dziwaczne doświadczenie”. Zarówno Gates, jak i Ballmer mieli bardzo żywiołowe osobowości. Kołysząc się w przód i w tył, toczyli burzliwe dyskusje, kłócili się ze sobą i razem się uczyli. Urządzali też sobie wspólne wypadki do kina. „Któregoś dnia wybraliśmy się na *Deszczową piosenkę* i *Mechaniczną pomarańczę*. Jediną rzeczą, która łączyła oba te filmy, była piosenka – wspominał Gates. – Po pewnym czasie Steve i ja bardzo się ze sobą zaprzyjaźniliśmy”⁵⁴.

Chaotyczny styl życia Gatesa na Harvardzie został niespodziewanie przerwany w połowie drugiego roku studiów, w grudniu 1974 roku, gdy do jego pokoju w akademiku Currier House wpadł Paul Allen z egzemplarzem magazynu „Popular Electronics”, na którego okładce widniało zdjęcie Altaira. Okrzyk Allena: „Hej, to dzieje się bez nas!” – pchnął Gatesa do działania.

BASIC dla Altaira

Gates i Allen zabrali się do pisania oprogramowania, które miało umożliwić komputerowym hobbystom tworzenie własnych aplikacji na Altaira. Chcieli stworzyć interpreter języka BASIC, który działałby na mikroprocesorze Intel 8080, w jaki wyposażony był Altair. Miał to być pierwszy natywny język wysokiego poziomu przeznaczony dla mikroprocesora i mający charakter komercyjny. Jego pojawienie się miało zainicjować powstanie branży oprogramowania dla komputerów osobistych.

Gates i Allen wygrzebali stary papier firmowy z nagłówkiem Traf-O-Data i napisali na nim list do MITS-u, nowej firmy komputerowej z siedzibą w Albuquerque. W liście tym poinformowali, że stworzyli interpreter języka BASIC, który może działać na mikroprocesorze 8080. „Chcielibyśmy za waszym pośrednictwem sprzedawać kopie naszego oprogramowania hobbystom”⁵⁵. Nie było to do końca zgodne z prawdą. Gates i Allen nie mieli wtedy jeszcze gotowego oprogramowania. Byli

jednak przekonani, że jeśli MITS wyrazi zainteresowanie ich ofertą, rzuca się do pracy i przygotowują, co trzeba.

Nie doczekawszy się odpowiedzi na swój list, postanowili skontaktować się z MITS-em telefonicznie. Gates stwierdził, że powinien zająć się tym Allen, ponieważ jest starszy. „Nie, to ty powinienesz do nich zadzwonić. Jesteś lepszy w te klocki” – zaproponował Allen. Ostatecznie zdecydowali się na kompromis: Gates zadzwoni do MITS-u i postara się ukryć przed rozmówcami swój piskliwy tembr głosu, ale przedstawi się jako Paul Allen. Uzgodnili bowiem, że jeśli rozmowa przebiegnie pomyślnie i MITS zaprosi ich na spotkanie, to do Albuquerque poleci właśnie Allen. „Nosilem wtedy brodę i wyglądałem na dorosłego, w przeciwieństwie do Billa, którego można było wziąć za ucznia drugiej klasy liceum” – wspominał Allen⁵⁶.

Kiedy Gates usłyszał w słuchawce szorstki głos Eda Robertsa, oświadczył najniższym tonem głosu, na jaki tylko było go stać: „Mówi Paul Allen z Bostonu. Mamy tu prawie gotowego BASIC-a dla Altaira. Chcielibyśmy się z wami spotkać i pokazać, co zrobiliśmy”. Roberts odparł, że otrzymał już wiele podobnych propozycji, i poinformował, że zamierza podpisać kontrakt z pierwszą osobą, która pojawi się w jego biurze w Albuquerque z działającą wersją BASIC-a. Gates odwrócił się do Allena i krzyknął rozradowany: „Boże, musimy zabierać się do roboty!”.

Ponieważ nie dysponowali komputerem Altair, musieli przyjąć podobną strategię jak podczas budowy komputera Traf-O-Data, to znaczy uciec się do emulacji mikroprocesora Intela na komputerze PDP-10. Zakupili poradnik dla użytkowników mikroprocesora 8080 – dzięki niemu Allen w ciągu kilku tygodni przygotował emulator oraz inne niezbędne narzędzia programistyczne.

W tym czasie Gates w szaleńczym tempie pracował nad kodem interpretera, zapisując kolejne żółte strony swojego notatnika. Kiedy Allen ukończył prace nad emulatorem, Gates miał już gotowy szkic struktury interpretera oraz większą część kodu. „Wciąż mam przed oczami Billa, krążącego nerwowo po pokoju albo kiwającego się rytmicznie przez dłuższy czas, a następnie zapisującego coś w notatniku. Pamiętam, że palce

miał poplamione tuszem z kolorowych flamastrów – opowiadał Allen. – Kiedy napisałem już emulator i Bill mógł zacząć korzystać z PDP-10, zasiadł przed terminalem i kołysząc się, przeglądał swój notatnik. Potem układał dłonie na klawiaturze w typowy dla siebie, osobliwy sposób i wprowadzał fragment kodu, po czym znowu zaglądał do notatnika. Potrafił tak spędzić wiele godzin bez chwili przerwy”⁵⁷.

Pewnego wieczoru Gates i Allen jedli kolację w akademiku Currier House. Siedząc przy stole z innymi matematycznymi geniuszami, zaczęli narzekać na czekające ich wyjątkowo uciążliwe zadanie: napisanie procedur obsługujących arytmetykę zmiennoprzecinkową, dzięki którym interpreter miał radzić sobie z działaniami na bardzo małych oraz bardzo dużych liczbach, w tym także z wartościami dziesiętnymiⁱⁱⁱ. Ich narzekania dotarły do uszu Montego Davidoffa, kędzierzawego chłopaka z Milwaukee. „Pisałem już takie procedury” – pisnął cicho Monte⁵⁸. Obracanie się w towarzystwie geeków z Harvardu miało swoje zalety. Gates i Allen zarzucili Davidoffa pytaniami, chcąc sprawdzić, czy poradzi sobie z kodem zmiennoprzecinkowym. Upewniwszy się, że wie, o czym mówi, zaprosili go do pokoju Gatesa i uzgodnili, że otrzyma za swoją pracę wynagrodzenie w wysokości czterystu dolarów. Tak oto Davidoff został trzecim członkiem ich zespołu. W przyszłości miał zarobić o wiele większe pieniądze.

Gates zrezygnował z zakuwania do czekającego go wkrótce egzaminu; przestał nawet grać w pokera. Przez następnych osiem tygodni przesiadywał dzień i noc w Pracowni imienia Aikena, gdzie razem z Allenem i Davidoffem tworzył historię na zakupionym przez Departament Obrony komputerze PDP-10. Co pewien czas trzej programiści opuszczali pracownię i szli na kolację do Harvard House of Pizza albo do restauracji Aku Aku, w której serwowano dania udające kuchnię polinezyjską. Wczesnym rankiem Gatesowi zdarzało się zasypiać przy komputerze. „Wpisywał kolejną linijkę kodu i w pewnym momencie zaczynał stopniowo pochylać się coraz niżej i niżej, aż w końcu opierał się nosem o klawiaturę – opowiadał Allen. – Drzemał w tej pozycji przez godzinę lub dwie, po czym otwierał oczy, przez chwilę wpatrywał się w ekran spod

przymrużonych powiek, mrugał szybko parę razy i momentalnie wznowiał pisanie dokładnie w tym miejscu, w którym je przerwał. To był niesamowity pokaz koncentracji umysłu”.

Wszyscy trzech systematycznie gryzmolili w swoich notatnikach, rywalizując między sobą o to, komu uda się napisać dany podprogram przy wykorzystaniu najmniejszej objętości kodu. „Dam radę zmieścić się w dziewięciu liniijkach” – obwieszczał głośno jeden z nich. „Mnie wystarczy pięć!” – odpowiadał drugi. Allen wspominał: „Wiedzieliśmy, że każdy zaoszczędzony przez nas bajt oznacza, że użytkownik otrzyma więcej wolnej pamięci, z której będą mogły korzystać jego aplikacje”. Dążyli do tego, by interpreter zajmował mniej niż cztery kilobajty pamięci – tyle miała posiadać bardziej rozbudowana wersja Altaira – dzięki czemu użytkownicy komputera mogliby wykorzystywać pozostałą pamięć do własnych celów (przeciętny smartfon posiada dziś 16 gigabajtów pamięci, czyli cztery miliony razy więcej niż Altair). W nocy rozkładali na podłodze pracowni wydruki z napisanym kodem i analizowali je uważnie, szukając sposobu na to, by uczynić kod interpretera jeszcze bardziej eleganckim, zwięzłym i wydajnym⁵⁹.

Pod koniec lutego 1975 roku, po ośmiu tygodniach intensywnej pracy, udało im się zjeść do 3,2 kilobajta, co było rewelacyjnym wynikiem. „Nie chodziło o to, czy jestem w stanie napisać ten program, tylko o to, czy zdołam upchnąć go w czterech kilobajtach pamięci, a zarazem sprawić, by działał w superszybki sposób – stwierdził Gates. – Tamten interpreter był najlepszym programem, jaki kiedykolwiek udało mi się stworzyć”⁶⁰. Gates po raz ostatni przejrzał gotowy kod, upewniając się, czy nie zawiera błędów, po czym wydrukował go na taśmie perforowanej, którą Allen miał dostarczyć do siedziby MITS-u.

Podczas lotu do Albuquerque Allen zdał sobie sprawę, że zapomniał o napisaniu specjalnego programu ładującego, będącego sekwencją komend, które pozwoliłyby na wczytanie interpretera do pamięci komputera. Kiedy samolot podchodził do lądowania, wyciągnął notatnik i pospiesznie napisał dwadzieścia jeden liniijek kodu maszynowego

mikroprocesora Intela; każda linijka składała się z trzycyfrowej liczby w systemie ósemkowym. Jakiś czas później spocony Allen, wystrojony w jasnobrązowy welurowy garnitur, wyszedł z terminala na lotnisku w Albuquerque i zaczął rozglądać się w poszukiwaniu Eda Robertsa. W jednym z pikapów dostrzegł tęgiego, ważącego dobrze ponad sto trzydzieści kilogramów mężczyznę o obwisłych policzkach. Roberts ubrany był w jeansy, a pod szyją dyndał mu sznurkowy krawat. „Spodziewałem się raczej jakiegoś energicznego menedżera, kogoś w typie facetów, jacy kierowali firmami z sektora nowoczesnych technologii, mieszczącymi się przy obwodnicy Bostonu” – wyznał Allen.

Siedziba MITS-u również nie do końca odpowiadała oczekiwaniom Allena. Firma wynajmowała tani lokal w niewielkim pasażu handlowym; w dodatku okazało się, że jedyny egzemplarz Altaira wyposażony w taką ilość pamięci, która pozwalała na uruchomienie BASIC-a, wciąż jest w fazie testów. W związku z tym demonstracja programu została przełożona na następny dzień. Roberts zabrał Allena do meksykańskiej restauracji pod nazwą Pancho's. „W bufecie za trzy dolary dostawało się posiłek o jakości adekwatnej do ceny” – wspominał Allen. Następnie Roberts zawiózł swojego gościa do hotelu Sheraton, gdzie recepcjonista poinformował ich, że pokój kosztuje pięćdziesiąt dolarów – o dziesięć więcej, niż miał przy sobie Allen. Roberts dostrzegł w końcu zakłopotane spojrzenie Allena i rad nierad musiał zapłacić za pokój z własnej kieszeni. „Podejrzewam, że ja także nie do końca sprostąłem jego oczekiwaniom” – przyznał Allen⁶¹.

Nazajutrz rano Allen ponownie zjawił się w biurze MITS-u, żeby przeprowadzić wielki test. Wczytanie interpretera do pamięci Altaira zajęło niemal dziesięć minut. Roberts i jego koledzy wymieniali przez ten czas rozbawione spojrzenia; najwyraźniej zdążyli już nabrać przekonania, że demonstracja programu zakończy się fiaskiem. W końcu jednak podłączony do komputera dalekopis zastukotał i obudził się do życia. „MEMORY SIZE?” – zapytała maszyna. „Hej, patrzcie, Altair coś napisał!” – zawołał jeden z pracowników MITS-u. Allen zaniemówił z radości. Wpisał na

klawiaturze: „7168”, na co Altair odpowiedział: „OK”. Następnie Allen wpisał pierwsze polecenie: „PRINT 2+2”. Była to najprostsza z możliwych komend, ale stanowiła sprawdzian zarówno dla napisanego przez Gatesa kodu, jak i dla stworzonych przez Davidoffa procedur zmiennoprzecinkowych. Dalekopis wydrukował odpowiedź Altaira: „4”.

Do tego momentu Roberts przyglądał się pokazowi w zupełnym milczeniu. Wpędził swoją kiepsko prosperującą firmę w poważne zadłużenie, starając się zrealizować szalony plan stworzenia domowego komputera, którego cena i poziom komplikacji obsługi byłyby w zasięgu możliwości każdego hobbysty. Teraz zaś stał się naocznym świadkiem historycznego momentu: na domowym komputerze po raz pierwszy uruchomione zostało oprogramowanie. „Mój Boże – wykrzyknął. – Wydrukował czwórkę!”⁶²

Roberts zaprosił Allena do swojego gabinetu i zgodził się na dystrybucję interpretera BASIC-a na wszystkich sprzedawanych przez MITS Altairach. „Nie mogłem przestać się uśmiechać” – wspominał Allen. Kiedy wrócił do Cambridge, przywiózł ze sobą Altaira, który został zainstalowany w pokoju Gatesa. Potem obaj udali się do baru, by świętować odniesiony sukces. Gates zamówił to, co zwykle, czyli bezalkoholowy koktajl Shirley Temple: piwo imbirowe z sokiem z maraski⁶³.

Miesiąc później Roberts zaproponował Allenowi stanowisko dyrektora do spraw oprogramowania w MITS-ie. Współpracownicy Allena z Honeywella uważali, że musiałby być niespełna rozumu, by w ogóle rozważać tę ofertę. „W Honeywellu masz pewną posadę – tłumaczyli. – Możesz pracować tu spokojnie przez wiele, wiele lat”. Ale stabilizacja zawodowa nie stanowiła szczególnej wartości dla tych, których ambicją było znalezienie się w awangardzie komputerowej rewolucji. Wiosną 1975 roku Allen przeprowadził się do Albuquerque – miasta, o którym jeszcze do niedawna myślał, że leży w Arizonie.

Gates postanowił póki co pozostać na Harvardzie. Jak się wkrótce okazało, czekał go tam swoisty rytuał przejścia, jaki był udziałem wielu znakomitych studentów tej uczelni: został wezwany przed oblicze

uczelnianej Komisji Administracyjnej w związku ze wszczętym w jego sprawie postępowaniem dyscyplinarnym. Wszystko zaczęło się od audytu przeprowadzonego przez kontrolerów z Departamentu Obrony, którzy postanowili sprawdzić, w jaki sposób uczelnia wykorzystuje zakupiony z funduszy Departamentu Obrony komputer PDP-10. Podczas kontroli odkryto, że przez większość czasu z komputera korzystał jeden student drugiego roku, nazwiskiem W.H. Gates. Mocno wystraszony Gates przygotował pismo, w którym wyjaśnił, w jaki sposób używał PDP-10 jako emulatora do stworzenia nowej wersji BASIC-a. Ostatecznie Komisja Administracyjna oczyściła go z zarzutu nieuzasadnionego użytkowania sprzętu, ale udzieliła mu „upomnienia” za udostępnienie swojego hasła osobie niebędącej studentem Harvardu, to znaczy Paulowi Allenowi. Gates przyjął naganę i zgodził się na wprowadzenie napisanego przez siebie interpretera do domeny publicznej (udostępniona została jednak tylko wczesna wersja interpretera, a nie ta, nad którą Gates pracował aktualnie wraz z Allenem)⁶⁴.

W tamtym czasie Gates poświęcał już więcej uwagi swojej programistycznej spółce z Allenem niż zajęciom na Harvardzie. Wiosną 1975 roku zaliczył drugi rok studiów, po czym poleciał do Albuquerque. Spędziwszy tam całe lato, postanowił przedłużyć pobyt i nie pojawił się na Harvardzie podczas jesienno-zimowego semestru. Koniec końców spędził na uczelni jeszcze dwa semestry – wiosną i jesienią 1976 roku – ale potem na dobre porzucił studia. Do uzyskania tytułu magistra zabrakło mu dwóch semestrów. Kiedy w czerwcu 2007 roku Uniwersytet Harvarda przyznał mu tytuł doktora honoris causa, Gates wygłosił z tej okazji przemówienie. Na początku zwrócił się do siedzącego na widowni ojca. „Przez ponad trzydzieści lat czekałem na dzień, w którym będę mógł powiedzieć: tato, mówiłem ci przecież, że kiedyś tu wrócę i zdobędę ten tytuł”⁶⁵.

Micro-Soft

Gdy Gates przybył do Albuquerque latem 1975 roku, zaopatrywanie

komputerów Altair w interpreter BASIC-a odbywało się w dalszym ciągu na podstawie ustnego porozumienia, zawartego przez Allena z Edem Robertsem. Gates zaczął nalegać na podpisanie w tej sprawie formalnej umowy. Po długich negocjacjach obie strony uzgodniły jej warunki. Gates i Allen zgodzili się udzielić firmie MITS dziesięcioletniej licencji na korzystanie z tworzonego przez nich oprogramowania, które miało być dołączane do wszystkich komputerów Altair; honorarium Gatesa i Allena za udostępnienie licencji miało wynosić trzydzieści dolarów za każdy sprzedany komputer wyposażony w licencjonowane oprogramowanie. Gates wprowadził do umowy dwa postanowienia, które z perspektywy czasu okazały się szczególnie istotne. Po pierwsze, oprogramowanie pozostawało własnością Gatesa i Allena; MITS korzystał z niego wyłącznie na zasadzie licencji. Po drugie, firma MITS zobowiązała się dołożyć „wszelkich starań”, by odpłatnie sublicencjonować oprogramowanie innym producentom komputerów, dzieląc się zyskami z Gatesem i Allenem. Umowa z MITS-em posłużyła jako model kontraktu, który Gates zawarł sześć lat później z IBM-em. „Zadbaliśmy o to, żeby nasze oprogramowanie działało na różnych typach komputerów – stwierdził potem Gates. – Dzięki temu to my, a nie producenci sprzętu, dyktowaliśmy warunki na rynku”⁶⁶.

Po wynegocjowaniu szczegółów umowy Gatesowi i Allenowi pozostało już tylko wymyślenie nazwy dla swojej firmy. Przedyskutowali kilka pomysłów, między innymi „Allen & Gates”; po namyśle uznali jednak, że taka nazwa pasowałaby raczej do kancelarii prawnej. Ostatecznie zdecydowali się na nazwę, która nie była może wyjątkowo kreatywna ani nie brzmiała szczególnie porywająco, ale za to dawała jasno do zrozumienia, że ich firma zajmuje się tworzeniem software’u dla mikrokomputerów. W ostatecznej wersji kontraktu z MITS-em Allen i Gates zostali wymienieni jako „Paul Allen oraz Bill Gates, prowadzący działalność gospodarczą pod nazwą Micro-Soft”. W kodzie źródłowym ich jedyne go wówczas produktu znalazła się następująca wzmianka o autorach: „Micro-Soft BASIC. Kod pomocniczy napisany przez Paula Allena. Kod wykonawczy napisany przez Billa Gatesa. Biblioteki matematyczne

napisane przez Montego Davidoffa”. Po kilku latach nazwa firmy uległa uproszczeniu i brzmiała odtąd Microsoft.

Przez pewien czas Gates i Allen mieszkali w motelu Sundowner przy Route 66; była to nieciekawa okolica, w której znacznie łatwiej było spotkać prostytutkę niż programistę. Potem przenieśli się do wynajętego za niewielkie pieniądze mieszkania, do którego wkrótce wprowadził się również Monte Davidoff, specjalista od arytmetyki zmiennoprzecinkowej, a także najmłodszy z tego towarzystwa Chris Larson, wówczas jeszcze uczeń liceum Lakeside. Wspólnie zamienili mieszkanie w połączenie siedziby studenckiego bractwa z siedliskiem geeków. Wieczorami Allen chwycił za swojego Stratocastera i próbował wtórować na nim kawałkom Aerosmith i Jimiego Hendrixa; Gates z kolei śpiewał na cały głos *My Way* Franka Sinatry⁶⁷.

Spośród wszystkich lokatorów tamtego mieszkania Gates był najlepszym przykładem osobowości innowatora. „Moim zdaniem innowator to fanatyk. Osoba, która kocha to, co robi, i jest gotowa pracować dzień i noc. Do pewnego stopnia lekceważy przy tym różne powszechne normy i dlatego bywa uważana za nieco nie zrównoważoną – stwierdził Gates. – Jako nastolatek i dwudziestoparolatek z pewnością pasowałem do tego opisu”⁶⁸. W Albuquerque Gates hołdował podobnym zwyczajom co na Harvardzie: pracował na najwyższych obrotach przez trzydzieści sześć godzin z rzędu, po czym zwijał się w kłębek na podłodze swojego biura i zapadał w sen. „Bill funkcjonował w trybie dwubiegunowym – opowiadał Allen. – Albo kipiał gorączkową energią, którą uzupełniał, wypijając kilkanaście puszek coli dziennie, albo spał jak zabity”.

Gates przejawiał też inną cechę charakterystyczną dla innowatorów, czyli brak poszanowania dla autorytetów. Nic więc dziwnego, że Roberts, emerytowany oficer Sił Powietrznych i ojciec pięciu synów, którzy zwracali się do niego nie inaczej, jak tylko „sir”, uważał Gatesa za rozwydrzonego smarkacza. „Problem z Gatesem polegał na tym, że zachowywał się jak rozpieszczony dzieciak” – stwierdził później Roberts. Ale tak naprawdę chodziło o coś więcej. Gates był pracowity i żył całkiem skromnie ze

swoich niewysokich wówczas jeszcze dochodów; nie zwykł jednak okazywać nikomu respektu. Ten chuderlawy chłopak potrafił stanąć twarzą w twarz z potężnie zbudowanym, mierzącym ponad sto dziewięćdziesiąt centymetrów Robertsem i wdać się z nim w awanturę tak gwałtowną, że – jak opisywał to Allen – „ich wrzaski słychać było w całych zakładach montażowych MITS-u; to było naprawdę niezłe widowisko”.

Allen zakładał, że w spółce z Gatesem udziały zostaną podzielone po połowie. Uważał, że skoro zawsze tworzyli jeden zespół, to nie było sensu spierać się o to, który z nich wykonał więcej pracy. Ale od czasu ich licealnego nieporozumienia podczas tworzenia programu płacowego dla ISI Gates upierał się, że to on powinien podejmować decyzje w ich zespole. „Byłoby nie w porządku, gdybyśmy podzielili się pół na pół – oznajmił Allenowi. – Kiedy byłem w Bostonie, ty pobierałeś pensję w MITS-ie. Ja nie dostawałem żadnej pensji, chociaż odwaliłem prawie całą robotę przy BASIC-u. Dlatego powinienem dostać więcej udziałów. Myślę, że podział 60 do 40 będzie sprawiedliwy”. Niezależnie od tego, czy Gates miał słuszość, takie stawianie sprawy leżało po prostu w jego naturze. Allen poczuł się zaskoczony, ale przystał na propozycję kolegi. Dwa lata później Gates zaczął nalegać na zmianę warunków umowy. „Nie dość, że wykonałem większość pracy przy BASIC-u, to jeszcze poświęciłem studia na Harvardzie – powiedział kiedyś podczas spaceru. – Zasługuję na więcej niż 60 procent”. Zaproponował nowy podział, tym razem w proporcji 64 do 36. Allen był wściekły. „To pokazywało różnicę pomiędzy synem bibliotekarza a synem prawnika – podsumował później. – Byłem nauczony, że umowa to umowa i trzeba dotrzymywać słowa. Bill był w tych sprawach znacznie mniej pryncypialny”. Mimo to ponownie zgodził się na warunki podyktowane przez Gatesa⁶⁹.

Trzeba jednak oddać Gatesowi sprawiedliwość i przyznać, że to właśnie on wziął na siebie główny ciężar prowadzenia nowo powstałej firmy. Zajmował się nie tylko pisanem kodu do znacznej części oprogramowania, ale także sprzedażą – to on wykonywał większość telefonów do kontrahentów. Godzinami roztrząsał z Allenem nowe pomysły odnośnie do

strategii produktowej, ale ostateczne decyzje o tym, nad którą wersją Fortrana, BASIC-a czy COBOL-a będą pracować, podejmował samodzielnie. Odpowiadał też za kontakty z producentami sprzętu komputerowego – w pertraktacjach z nimi był jeszcze twardszym negocjatorem niż w sporach z Allenem. Poza tym zarządzał również personelem firmy, osobiście zatrudniając i zwalniając pracowników, a także informując ich w krótkich, żołnierskich słowach, że to, co zrobili, jest do kitu. Allen nigdy by się na coś podobnego nie zdobył. Gates nie miał takich oporów; poza tym, kiedy w firmie organizowano wewnętrzne konkursy na napisanie jakiegoś programu przy użyciu jak najmniejszej ilości kodu, wygrywał je najczęściej Gates.

Allenowi zdarzało się spóźniać do biura, a nawet kończyć pracę na tyle wcześnie, by zdążyć do domu na kolację. W przypadku Gatesa i grupki jego najbliższych współpracowników było to nie do pomyślenia. „To była ostra jazda – wspominał po latach. – Razem z garstką ludzi pracowałem do późnego wieczora. Czasem spędzałem w biurze całą noc, a potem kładłem się spać w swoim gabinecie. Jeśli następnego dnia miałem zaplanowane jakieś spotkanie, to rano budziła mnie sekretarka”⁷⁰.

Wrodzona skłonność Gatesa do ryzyka dawała o sobie znać późnymi wieczorami, kiedy z przerażającą prędkością pędził samochodem po górskiej drodze prowadzącej do starej cementowni. „Czasem zastanawiałem się, dlaczego Bill tak bardzo lubił szybką jazdę – powiedział Allen. – Doszedłem do wniosku, że była to dla niego metoda wyładowania się. W pracy był tak nakręcony, że musiał znaleźć jakiś sposób na to, by choć na chwilę przestać myśleć o interesach i programowaniu. Jazda samochodem na złamanie karku pełniła podobną funkcję jak wcześniej gra w pokera albo szaleńcze popisy na nartach wodnych”. Kiedy udało im się już zarobić trochę pieniędzy, Gates kupił sobie zielone Porsche 911. Po północy wyjeżdżał nim na autostradę i gnał przed siebie, wciskając gaz do dechy. Pewnego razu poskarżył się nawet dilerowi Porsche, że prędkość maksymalna jego wozu powinna wynosić 202 km/h, a tymczasem nigdy nie udało mu się przekroczyć 195 km/h. Którejś nocy Gates został zatrzymany

przez policyjny patrol za przekroczenie prędkości. Kiedy okazało się, że nie ma przy sobie prawa jazdy, wdał się w pyskówkę z policjantem i w rezultacie trafił do aresztu. „Zatrzymała mnie policja” – oznajmił Allenowi, kiedy ten odebrał telefon. Po kilku godzinach Gates został zwolniony z aresztu, ale jego zdjęcie z policyjnej kartoteki stało się ikoną dla wszystkich geeków²¹.

Zaangażowanie Gatesa przynosiło wymierne rezultaty. Dzięki niemu Microsoft był w stanie przygotowywać oprogramowanie w absurdalnie wręcz krótkim czasie, wprowadzać nowe produkty na rynek wcześniej niż konkurencja, a także utrzymywać na tyle niskie ceny, by producentom komputerów bardziej opłacało się kupić oprogramowanie Microsoftu, niż zajmować się pisaniem własnego.

Oprogramowanie chce być wolne

W czerwcu 1975 roku, czyli w tym samym miesiącu, w którym Gates przeprowadził się do Albuquerque, Roberts postanowił, że będzie obwoził Altaira po całym kraju, zupełnie jakby to był eksponat wędrownego gabinetu osobliwości. Zamierzał w ten sposób rozpropagować swój sprzęt i utworzyć sieć fanklubów Altaira. Specjalnie przygotowany kamper marki Dodge, nazwany MITS-mobilem, wyruszył wkrótce w objazd po sześćdziesięciu amerykańskich miastach. Trasa wiodła od wybrzeża Kalifornii aż po południowy wschód Stanów Zjednoczonych; po drodze MITS-mobil miał odwiedzić między innymi Little Rock, Baton Rouge, Macon, Huntsville i Knoxville.

Gates, który wziął udział w części tej trasy, uważał pomysł Roberta za bardzo sprytny chwyt marketingowy. „MITs kupił dużego niebieskiego vana, którego załoga przemierzała kraj, tworząc po drodze kluby komputerowe” – wspominał z uznaniem²². Gates uczestniczył w pokazach zorganizowanych w Teksasie, z kolei w Alabamie do załogi MITS-mobilu dołączył Allen. W hotelu Holiday Inn w Huntsville zebrało się ponad sześćdziesiąt osób, które zapłaciły za wstęp dziesięć dolarów, czyli

czterokrotnie więcej, niż wynosiła wówczas cena biletu do kina. Byli tam zarówno komputerowi hobbyści, zarośnięci niczym hipisi, jaki i schludnie ostrzyżeni na jeża inżynierowie. Pokaz trwał w sumie trzy godziny. Kiedy pod koniec spotkania zademonstrowana została gra będąca symulatorem lądowania na Księżycu, niektórzy niedowiarkowie zaglądali pod stół, na którym stał Altair – podejrzewali bowiem, że znajdą tam kable łączące Altaira z jakimś większym, ukrytym przed wzrokiem publiczności minikomputerem. „Kiedy już wszyscy upewnili się, że nie jest to żaden trik – opowiadał Allen – zgromadzonym na sali inżynierom zakręciło się z wrażenia w głowach”⁷³.

5 czerwca odbyła się kolejna prezentacja, tym razem w hotelu Rikeys Hyatt House w Palo Alto. Wśród przybyłych na nią lokalnych hobbystów znalazła się spora grupa członków założonego niedawno Homebrew Computer Club, których obecność na pokazie okazała się brzemienne w skutki. W klubowym biuletynie informacyjnym pojawiła się później relacja z tamtego wydarzenia: „Sala była wypełniona po brzegi pasjonatami i eksperymentatorami, których przywiodła chęć dowiedzenia się czegoś więcej na temat nowej elektronicznej zabawki”⁷⁴. Ale niektórych przywiodło tam coś jeszcze, a mianowicie hakerskie credo, zgodnie z którym oprogramowanie powinno być dostępne za darmo. Takie podejście nie powinno dziwić, jeśli weźmie się pod uwagę postawy i poglądy (całkowicie odmienne od panującego w Albuquerque ducha przedsiębiorczości), jakie doprowadziły na początku lat siedemdziesiątych do powstania Homebrew Computer Club (Amatorskiego Klubu Komputerowego).

Wielu z obecnych na pokazie członków klubu zdążyło już wcześniej zakupić i zmontować własne zestawy z Altaiem i teraz czekało z niecierpliwością, aż dostanie w swoje ręce stworzonego przez Gatesa i Allena BASIC-a. Podobno niektórzy z klubowiczów wysłali nawet do MITS-u czeki z opłatą za oprogramowanie. Nic więc dziwnego, że byli podekscytowani perspektywą zobaczenia na własne oczy, jak spisuje się

Altair wyposażony w BASICA-a. Jeden z członków klubu, Dan Sokol, postąpił zgodnie z naczelną zasadą kodeksu hakerów i po zakończeniu prezentacji „pożyczył” sobie perforowaną taśmę papierową, na której zapisany był Altair BASIC, a następnie skopiował ją na komputerze DEC PDP-11⁷⁵. Na kolejnym spotkaniu klubu Homebrew pojawiło się kartonowe pudło wypełnione kopiami taśmy, które rozdawano wszystkim chętnym^{iv}. Jedynym warunkiem było zobowiązanie się obdarowanej osoby do zrobienia kilku nowych kopii i uzupełnienia zawartości pudełka. „Pamiętajcie, by przynosić więcej kopii, niż wynosicie” – napomniał żartobliwie Lee Felsenstein. To zdanie stało się jego dewizą w kwestii dzielenia się oprogramowaniem⁷⁶. Tak oto zaczęło się swobodne rozpowszechnianie Microsoft BASIC-a.

Jak łatwo się domyślić, Gates był z tego powodu wściekły. Napisał płomienny list otwarty i na tyle taktownie, na ile stać było dziesięcioletka, dał w nim wyraz swojemu oburzeniu. List Gatesa był pierwszym strzałem, od którego rozpoczęła się długa wojna o ochronę własności intelektualnej w epoce komputerów osobistych:

List otwarty do hobbystów

Niespełna rok temu Paul Allen i ja, przewidując rozwój rynku komputerów przeznaczonych dla hobbystów, zatrudniliśmy Montego Davidoffa i wspólnie opracowaliśmy oprogramowanie Altair BASIC. Co prawda podstawowe prace zajęły nam jedynie dwa miesiące, ale wszyscy trzej poświęciliśmy znaczną część ubiegłego roku na tworzenie dokumentacji, ulepszanie i rozbudowę naszego oprogramowania. W chwili obecnej oferujemy użytkownikom wiele jego wersji: 4K, 8K, EXTENDED, ROM oraz DISC BASIC. Łączna wartość czasu komputerowego zainwestowanego w rozwój naszego oprogramowania przekroczyła 40 tysięcy dolarów.

Opinie, jakie napłynęły do nas od setek użytkowników BASIC-a, były jednoznacznie pozytywne. Tym bardziej zaskakujące są dwie sprawy. Po pierwsze, większość tych „użytkowników” wcale nie kupiła

BASIC-a (zakupu naszego oprogramowania dokonało mniej niż dziesięć procent wszystkich nabywców Altaira). Po drugie, wysokość naszych tantiem ze sprzedaży hobbystom Altair BASIC-a w przeliczeniu na czas naszej pracy nad tym programem wyniosła niecałe dwa dolary za godzinę.

Jaka jest tego przyczyna? Jak większość z was doskonale zdaje sobie sprawę, dokonujecie kradzieży naszych programów. Uważacie, że płacić trzeba tylko za sprzęt komputerowy, a oprogramowaniem można się dzielić. Kto by się przejmował tym, czy jego twórcy otrzymali wynagrodzenie za swoją pracę?

Czy uważacie, że takie podejście jest uczciwe? Kradnąc nasz program, nie rewanżujecie się MITS-owi za swoje problemy z tą firmą. [...] Uniemożliwiacie nam jedynie pisanie dobrego oprogramowania. Kto może sobie pozwolić na wykonywanie profesjonalnej pracy bez wynagrodzenia? Który hobbysta byłby gotów przez cały rok pracować za trzech, zajmując się pisaniem kodu, szukaniem błędów oraz tworzeniem dokumentacji programu – a następnie rozpowszechniać go za darmo? Prawda jest taka, że nikt poza nami nie zainwestował poważnych pieniędzy w oprogramowanie dla hobbystów. Mamy już gotowy program 6800 BASIC, a teraz pracujemy nad 8080 APL oraz 6800 APL. Brakuje nam jednak motywacji, by udostępniać je hobbystom. Mówiąc wprost, brakuje nam jej dlatego, że kradniecie efekty naszej pracy. [...]

Będę wdzięczny, jeśli napiszą do mnie osoby gotowe uiścić zaległe należności. Chętnie przeczytam też wasze propozycje lub uwagi. Możecie pisać do mnie na adres: 1180 Alvarado SE, #114, Albuquerque, Nowy Meksyk, 87108. Nic nie sprawi mi większej satysfakcji niż możliwość zatrudnienia dziesięciu nowych programistów i zasypanie rynku dobrym oprogramowaniem dla hobbystów.

Bill Gates

Współwłaściciel firmy Micro-Soft

List Gatesa został wydrukowany w biuletynie klubowym, a także w „Computer Notes” (czasopiśmie przeznaczonym dla użytkowników Altaira) oraz w „People’s Computer Company”⁷⁷. Jego publikacja wywołała prawdziwą burzę. „Obrzucono mnie wtedy błotem” – przyznał Gates. Z trzystu listów, jakie otrzymał, jedynie pięć napisały osoby gotowe dobrowolnie zapłacić za używane oprogramowanie. Większość korespondencji zawierała stek obelg⁷⁸.

Zasadniczo Gates miał rację. Tworzenie oprogramowania było równie ważne, co produkcja sprzętu komputerowego. Programiści zasługiwali na to, by otrzymywać wynagrodzenie za swoją pracę – w przeciwnym razie zwyczajnie przestaliby się tym zajmować. Przecistawiając się hakerskiemu etosowi, zgodnie z którym wszystko, co tylko można skopiować, powinno być dostępne za darmo, Gates przyczynił się do rozwoju branży informatycznej.

Z drugiej strony, pisząc swój list, Gates wykazał się sporym tupetem – w końcu nie tak dawno temu sam był przecież notorycznym złodziejem czasu komputerowego. Począwszy od ósmej klasy aż do drugiego roku studiów wykorzystywał hasła dostępowe innych użytkowników, włamując się na ich konta w systemach komputerowych. Stwierdził też, że wartość czasu komputerowego zainwestowanego w stworzenie BASIC-a przekroczyła 40 tysięcy dolarów, ale przemilczał fakt, że ani on, ani Allen nigdy za ten czas nie zapłacili; nie wspomniał też o tym, że większość pracy wykonali w pracowni komputerowej na Harvardzie, korzystając z komputera kupionego przez wojsko za pieniądze podatników. Redaktor naczelny jednego z hobbystycznych biuletynów napisał: „W środowisku hobbystów komputerowych krążą od jakiegoś czasu pogłoski, że prace nad rozwojem BASIC-a, o których wspominał w swoim liście Bill Gates, prowadzone były na komputerze, którego zakup przynajmniej częściowo był sfinansowany ze środków publicznych. Rodzi się więc pytanie o zasadność, a może nawet legalność sprzedawania rezultatu tych prac”⁷⁹.

Poza tym, chociaż Gates tego nie dostrzegał, rozpowszechnianie Microsoft BASIC-a przez piratów na dłuższą metę wyszło raczkującej firmie na dobre. Zdobywający szybko popularność Microsoft BASIC stał się wkrótce standardem w branży komputerowej i producenci komputerów nie mieli innego wyjścia, jak tylko wykupić licencję na jego używanie. Kiedy firma National Semiconductor wprowadziła na rynek nowy mikroprocesor, musiała wybrać jakąś wersję BASIC-a – zdecydowała się wykupić licencję na Microsoft BASIC, ponieważ to właśnie ta wersja była w powszechnym użyciu. „Dzięki nam oprogramowanie Microsoftu stało się standardem – powiedział Felsenstein – a Gates zrewanżował się nam, nazywając nas złodziejami”⁸⁰.

Pod koniec 1978 roku Gates i Allen przenieśli swoją firmę z Albuquerque do rodzinnego Seattle. Na krótko przed przeprowadzką jeden z pracowników Microsoftu wygrał darmową sesję zdjęciową w lokalnym studiu fotograficznym; tak powstała historyczna fotografia, na której Paul Allen i reszta wyglądają jak uciekinierzy z hipisowskiej komuny, a siedzący z przodu Gates przypomina młodocianego skauta. Jadąc wzdłuż kalifornijskiego wybrzeża do Seattle, Gates dostał trzy mandaty za przekroczenie szybkości. Dwa z nich wlepił mu jeden i ten sam policjant⁸¹.

Apple

Jednym z uczestników pierwszego spotkania klubu Homebrew, które odbyło się w garażu Gordona Frencha, był młody, nieporadny towarzysz inżynier nazwiskiem Steve Wozniak, który po rzuceniu studiów podjął pracę w zajmującym się produkcją kalkulatorów oddziale firmy Hewlett-Packard w Cupertino, niewielkim mieście w Dolinie Krzemowej. Kiedy jeden z kolegów pokazał mu ulotkę zatytułowaną „Czy budujesz swój własny komputer?”, Steve zdobył się na odwagę i wybrał na spotkanie klubu. „Tamten wieczór okazał się jednym z najważniejszych w całym moim życiu” – wyznał później⁸².

Ojciec Wozniaka, inżynier pracujący dla koncernu Lockheed, uwielbiał

wyjaśniać synowi różne elektroniczne zawikłości. „Jednym z moich pierwszych wspomnień była wizyta w miejscu pracy ojca. W pewien weekend zabrał mnie do swojego biura i rozłożył przede mną kilka części elektronicznych, pozwalając mi się nimi pobawić” – opowiadał Wozniak. W ich domu zawsze poniewierały się tranzystory i oporniki; kiedy Steve pytał: „Co to takiego?”, jego ojciec wyjaśniał mu ich działanie, zaczynając od zupełnych podstaw, czyli od wykładu na temat atomów i elektronów. „Czasami wyciągał szkolną tablicę i odpowiadając na moje pytania, rysował na niej diagramy – wspominał Wozniak. – Uczył mnie, jak z posiadanych w domu części, czyli diod i oporników, zbudować bramkę AND i bramkę OR. Pokazywał mi też, w jaki sposób za pomocą tranzystora wzmocnić sygnał i połączyć wejście jednej bramki z wyjściem drugiej. Do dzisiaj taka konstrukcja leży u podstaw działania każdego urządzenia cyfrowego”. To doskonały przykład wpływu, jaki może na dziecko wyrzucić rodzic; coś takiego było możliwe zwłaszcza w czasach, kiedy rodzice znali zasady działania radia i byli w stanie pokazać swoim dzieciom, w jaki sposób sprawdzić lampę próżniową oraz jak wymienić tę, która się przepaliła.

Będąc w drugiej klasie, Wozniak zbudował swoje pierwsze radio kryształkowe, wykorzystując do tego kilka jednocentowych monet. W piątej klasie skonstruował system łączności wewnętrznej, którym połączył pokoje kilku dzieciaków z sąsiedztwa, a jako szóstoklasista zbudował radio krótkofalowe z zestawu do samodzielnego montażu firmy Hallicrafters (zdobył też razem ze swoim ojcem uprawnienia radioamatora). W tym samym roku nauczył się zasad projektowania obwodów elektronicznych w oparciu o algebrę Boole’a, a następnie zastosował tę wiedzę w praktyce, konstruując maszynę, która nigdy nie przegrywała w grze w kółko i krzyżyk.

W liceum Wozniak zaczął wykorzystywać swoją biegłość w elektronice do robienia kawałów. Jeden z nich polegał na podłączeniu metronomu do wiązki baterii, z których Wozniak ściągnął etykiety, upodabniając całą konstrukcję do bomby. Kiedy dyrektor szkoły znalazł tykające urządzenie

w szkolnej szatni, chwycił je i pospiesznie wyniósł na boisko, jak najdalej od wypełnionej uczniami szkoły, a następnie wezwał na miejsce saperów. W rezultacie Wozniak wylądował w policyjnej izbie zatrzymań dla nieletnich. Spędził tam tylko jedną noc, ale przez ten czas zdążył pokazać przebywającym tam nastolatkom, jak odpiąć przewody elektryczne od wiatraków na suficie, a następnie podłączyć je do metalowych krat, żeby porazić prądem strażnika, który nad ranem przyszedł otworzyć drzwi. Wozniak całkiem nieźle opanował sztukę programowania, ale w głębi duszy na zawsze pozostał inżynierem od hardware'u – to różniło go od wyrafinowanych specjalistów software'owych, takich jak Gates. Któregoś razu zbudował specyficzną wersję ruletki, w której gracze wsuwali palce do specjalnych otworów; w zależności od tego, gdzie wylądowała kulka, jeden z nich zostawał porażony prądem. „Hardware'owcy chętnie grali w tę grę, ale software'owcy byli na to zbyt wydygani” – stwierdził.

Podobnie jak wielu ówczesnych pasjonatów techniki, Wozniak podzielał hipisowski światopogląd; jego styl życia nie był jednak zupełnie zgodny z kanonami kontrkultury. „Na głowie nosiłem hinduską opaskę, miałem też naprawdę długie włosy i brodę – wspominał. – W efekcie od szyi w górę wyglądałem jak Jezus Chrystus. Ale ubierałem się jak normalny dzieciak, a właściwie jak młody inżynier. Zwyczajne spodnie, do tego koszula. Nigdy nie nosiłem tych dziwacznych hipisowskich ciuchów”.

W wolnych chwilach Wozniak lubił studiować instrukcje biurowych komputerów produkowanych przez Hewletta-Packarda i DEC-a, po czym starał się przeprojektować je w taki sposób, by użyć do tego jak najmniej układów scalonych. „Nie mam pojęcia, dlaczego upodobałem sobie akurat taką rozrywkę – przyznał po latach. – Oddawałem się jej w zaciszu własnego pokoju, za zamkniętymi drzwiami. To było coś w rodzaju mojego intymnego hobby”. Zamiłowanie do projektowania komputerów nie czyni z człowieka duszy towarzystwa, nic zatem dziwnego, że Wozniak stał się typem samotnika. Talent do oszczędzania układów scalonych przydał się, kiedy Steve postanowił zbudować własny komputer. Udało mu się tego dokonać przy użyciu zaledwie dwudziestu układów scalonych; większość

prawdziwych komputerów zawierała ich całe setki. W lutowaniu pomagał mu mieszkający po sąsiedzku kolega, a ponieważ podczas pracy pochłaniali ogromne ilości napoju Cragmont Cream Soda, nazwali swoje dzieło Komputerem Cream Soda. Nie miał on ani monitora, ani klawiatury: instrukcje wprowadzało się za pomocą kart perforowanych, a odpowiedzi wyświetlane były za pomocą migających lampek.

Ten sam kolega przedstawił Wozniakowi swojego znajomego, który również mieszkał nieopodal i podzielał ich zainteresowanie elektroniką. Nazywał się Steve Jobs, był prawie pięć lat młodszy od Wozniaka i uczęszczał do liceum Homestead High, w którym w przeszłości uczył się Wozniak. Jobs i Wozniak często przesiadywali na chodniku, opowiadając sobie nawzajem o kawałach, jakie zrobili, a także dyskutując o ulubionych piosenkach Boba Dylana i elektronicznych projektach, jakie udało się im zrealizować. „Zazwyczaj trudno mi było wyjaśniać ludziom, nad czym pracuję, ale Steve chwycił wszystko w lot – wspominał Wozniak. – Polubiłem go. Był chudy, żylasty i pełen energii”. Jobs również był pod wrażeniem nowego kolegi. „Woz był pierwszą poznaną przeze mnie osobą, która znała się na elektronice lepiej niż ja” – stwierdził później, przeceniając nieco swoją biegłość w tej dziedzinie.

Ich najważniejsze wspólne przedsięwzięcie – które położyło podwaliny pod całą ich przyszłą współpracę w branży komputerowej – związane było z urządzeniem pod nazwą Blue Box. Jesienią 1971 roku Wozniak przeczytał w „Esquire” artykuł o tym, jak phreakerzy, czyli łamacze zabezpieczeń telefonicznych, stworzyli przyrząd, który emitował przypominające świergot tony; w ten sposób pozwalał oszukać firmę telekomunikacyjną Bell System i wykonywał za darmo zamiejscowe połączenia telefoniczne. Zanim jeszcze Woz dotarł do końca artykułu, zadzwonił do Jobsa, który rozpoczynał wówczas ostatni rok nauki w szkole średniej. Wozniak przeczytał mu przez telefon fragment artykułu, po czym obaj udali się natychmiast do biblioteki w ośrodku badawczym Uniwersytetu Stanforda, gdzie, jak przypuszczali, uda im się znaleźć czasopismo „Bell System Technical Journal” (według artykułu w „Esquire”, w czasopiśmie tym

podano wszystkie częstotliwości tonów potrzebne do oszukania systemu). Była akurat niedziela, ale Jobs i Wozniak znali sposób na dostanie się do zamkniętej tego dnia biblioteki. Po przekopaniu się przez stosy gazet Wozniakowi udało się w końcu odszukać odpowiedni numer czasopisma. „Miałem gęsią skórę i cały dygotałem z podniecenia – opowiadał Wozniak. – Czułem się tak, jakbym doznał nagłego olśnienia”. Jeszcze tego samego dnia pojechali do sklepu Sunnyvale Electronics, gdzie kupili wszystkie części potrzebne do skonstruowania generatora tonów. Kiedy już go zmontowali i przetestowali za pomocą miernika częstotliwości, okazało się, że analogowy generator nie odtwarza pożądanых tonów w wystarczająco dokładny i stabilny sposób.

Wozniak zrozumiał, że będzie musiał zbudować cyfrową wersję generatora w oparciu o tranzystory. Tamtej jesieni spędził semestr na Uniwersytecie Kalifornijskim w Berkeley i przy pomocy swojego kolegi z akademika, studenta studiów muzycznych, zdołał wykonać generator jeszcze przed Świętem Dziękczynienia. „Nigdy nie zaprojektowałem układu, z którego byłbym bardziej dumny – oświadczył. – Nadal uważam, że był to kawał świetnej roboty”. Razem z Jobsem przetestowali nowy sprzęt, dzwoniąc do Watykanu. Wozniak podał się za Henry’ego Kissingera i oznajmił, że chce porozmawiać z papieżem. Ostatecznie papieża nie obudzono, ale watykańskim oficjelom zajęło dobrą chwilę, zanim zorientowali się, że padli ofiarą dowcipu.

Wprawdzie Wozniak zaprojektował tamten pomysłowy gadżet samodzielnie, ale połączywszy siły z Jobsem, mógł osiągnąć znacznie więcej: przekuć go w sukces komercyjny. „Hej, spróbujmy to sprzedać” – zaproponował któregoś dnia Jobs. W ten sposób narodziło się jedno z najważniejszych partnerstw epoki cyfrowej, na miarę tych, które łączyły Allena i Gatesa czy też Noyce’a i Moore’a. Wozniak tworzył inżynierskie perełki, a Jobs wymyślał sposoby na to, jak je oszlifować, opakować i sprzedać za niezłe pieniądze. „Zgromadziłem resztę potrzebnych części, czyli obudowę, źródło zasilania oraz klawiaturę, a następnie zacząłem się zastanawiać, na ile moglibyśmy wycenić nasze cacko” – wspominał Jobs.

Ostatecznie wyprodukowali sto sztuk Blue Boxów. Koszt podzespołów potrzebnych do wyprodukowania jednego egzemplarza wynosił czterdzieści dolarów, a gotowe Blue Boxy sprzedawane były za sto pięćdziesiąt dolarów. Interes szedł świetnie – do momentu, gdy Wozniak i Jobs umówili się z jednym z potencjalnych klientów w lokalnej pizzerii; podczas tego spotkania zostali sterroryzowani pistoletem i obrabowani. Przygoda z Blue Boxami stała się jednak podwaliną ich przyszłej wspólnej firmy. „Bez Blue Boxów nie byłoby Apple’a – stwierdził po latach Jobs. – To właśnie wtedy Woz i ja nauczyliśmy się ze sobą współpracować”. Wozniak podzielał tę opinię: „Tamta historia dała nam przedsmak tego, co możemy osiągnąć, jeśli tylko połączymy moje umiejętności inżynierskie z wizją Steve’a”.

W ciągu kolejnego roku Jobs zdążył rozpocząć, a następnie porzucić studia w Reed College, a także odbyć pielgrzymkę do Indii w poszukiwaniu duchowego oświecenia. Po powrocie do Stanów jesienią 1974 roku podjął pracę w firmie Atari, którą kierowali wówczas Nolan Bushnell i Al Alcorn. Atari na fali sukcesu swojej gry wideo *Pong* zatrudniało mnóstwo nowych ludzi. „Baw się i zarabiaj” – głosiło jedno z ogłoszeń rekrutacyjnych, zamieszczone w „San Jose Mercury”. Jobs zjawił się w siedzibie firmy ubrany w hipisowskie ciuchy i oświadczył, że nie opuści recepcji, dopóki nie zostanie przyjęty do pracy. Bushnell za radą Alcorna postanowił zaryzykować i zatrudnił namolnego hipisa. W ten oto sposób dokonało się symboliczne przekazanie pałeczki z rąk najbardziej kreatywnego przedsiębiorcy w branży gier wideo w ręce człowieka, który już wkrótce miał stać się najbardziej kreatywnym przedsiębiorcą w branży komputerów osobistych.

Pomimo swojej świeżo nabytej świadomości zen Jobs przejawiał skłonność do informowania swoich kolegów z pracy o tym, że są „durnymi głabami”, a ich pomysły są do kitu. Równocześnie miał w sobie coś fascynującego i potrafił inspirować. Zdarzało mu się przychodzić do biura w szacie w kolorze szafranu i bez butów; żywił również głębokie przekonanie, że będąc na diecie złożonej wyłącznie z owoców i warzyw,

może zrezygnować z używania dezodorantu i regularnych kąpieli. Bushnell wspominał, że przekonanie to było „absolutnie nieuzasadnione”. W związku z tym przesunął Jobsa na nocną zmianę, podczas której firmowe biuro było niemal zupełnie puste. „Steve bywał upierdliwy, ale w sumie go polubiłem. Dlatego poprosiłem go, żeby przychodził do pracy na nocną zmianę. Zrobiłem to dla jego własnego dobra”.

Jobs stwierdził później, że pracując w Atari, wiele się nauczył. Najważniejsza z odebranych wówczas lekcji polegała na docenieniu znaczenia przyjazności i prostoty interfejsu. Instrukcje dla użytkownika powinny być jak najprostsze, w rodzaju: „Wrzuć monetę, unikaj Klingonów”. Posługiwanie się urządzeniem powinno być możliwe bez konieczności zaglądania do podręcznika użytkownika. „Prostota gier Atari wywarła na niego znaczny wpływ i sprawiła, że stał się osobą wyjątkowo skupioną na produkcie” – stwierdził Ron Wayne, który pracował z Jobsem w Atari. Bushnell, szef Jobsa, pomógł ukształtować go jako przedsiębiorcę. „Przedsiębiorca ma w sobie coś nieuchwytnego i właśnie coś takiego dostrzegłem w Stevie – wspominał. – Interesował się nie tylko inżynierią, ale także biznesowymi aspektami naszej działalności. Nauczyłem go jednej rzeczy: jeśli zachowujesz się tak, jakbyś potrafił coś zrobić, to wtedy na pewno uda ci się tego dokonać. Poradziłem mu, żeby udawał, że ma wszystko pod kontrolą. Wtedy ludzie uwierzą, że faktycznie tak jest”.

Kiedy Wozniak kończył pracę w Hewletcie-Packardzie, lubił wpadać wieczorem do siedziby Atari, żeby pogadać z Jobsem i pograć w wyścigi samochodowe *Gran Trak 10*, które Atari zdołało w końcu wypuścić na rynek. „To była najlepsza gra wideo, w jaką kiedykolwiek grałem” – stwierdził. W wolnym czasie skonstruował w domu automat do gry w *Ponga* i podłączył go do swojego telewizora. Udało mu się zaprogramować grę w taki sposób, by za każdym razem, gdy któryś z graczy nie trafił w piłeczkę, na ekranie wyświetlały się słowa „A niech to” albo „Do diabła”. Któregoś wieczora pochwalił się tym Alcornowi, któremu przyszedł do głowy chytry plan. Polecił Jobsowi zaprojektowanie *Ponga* w wersji dla jednego gracza; gra miała nazywać się *Breakout* i polegać na

odbijaniu piłeczki od ściany w taki sposób, by strącić po kolei wszystkie cegielki. Alcorn założył – jak się okazało, zupełnie słusznie – że Jobs namówi Wozniaka do wykonania projektu płytki drukowanej z układami scalonymi. Jobs nie był wybitnym inżynierem, ale potrafił przekonywać innych, żeby robili to, na czym mu zależało. „Zlecenie tego zadania Jobsowi przypominało skorzystanie z promocji »dwóch w cenie jednego« – opowiadał Bushnell. – Woz niewątpliwie był lepszym inżynierem”. Był również uroczym, nieco naiwnym i łagodnym jak baranek facetem, który gotów był pomóc Jobsowi z taką samą ochotą, z jaką koledzy Tomka Sawyera wyręczali go w malowaniu płotu. „To była najwspanialsza propozycja, jaką otrzymałem w życiu. Miałem szansę zaprojektować grę, w którą będą grali inni ludzie” – wyznał Wozniak.

Przez kolejne dni Woz nie zmrużył oka, całymi nocami głowiąc się nad szczegółami projektu. Jobs siedział w tym czasie po jego lewej stronie i umieszczał układy scalone na płytce montażowej. Początkowo Wozniak sądził, że zaprojektowanie gry zajmie mu kilka tygodni, ale wtedy Jobs po raz pierwszy wykorzystał swoją niezwykłą umiejętność, którą jego koledzy zaczęli potem nazywać polem zniekształcania rzeczywistości: wbił w Woza wzrok i nie mrugając oczami, przekonał go, że jest w stanie uporać się z tym zadaniem w zaledwie cztery dni.

Pierwsze spotkanie Homebrew Computer Club odbyło się w marcu 1975 roku, tuż po tym, jak Wozniak skończył prace nad projektem gry *Breakout*. Na początku Wozniak czuł się skrępowany. Zajmował się projektowaniem kalkulatorów i domowych gier wideo, a tymczasem uwagę większości uczestników spotkania zaprzętało coś innego. Przedmiotem ogólnej ekscytacji był Altair, nowy komputer, który początkowo nie wzbudził specjalnego zainteresowania Wozniaka. Zawstydzony Woz wycofał się więc do kąta. Potem opisywał to w następujący sposób: „Ktoś trzymał w ręku magazyn »Popular Electronics«. Na okładce widniało zdjęcie komputera zwanego Altair. Okazało się, że wszyscy byli tak naprawdę entuzjastami Altaira, a nie pasjonatami telewizyjnych terminali, jak to sobie wcześniej

wyobrażałem”. Każdy z obecnych po kolei przedstawiał się pozostałym; kiedy przyszła kolej na Woza, powiedział: „Nazywam się Steve Wozniak, pracuję w Hewletcie-Packardzie i zajmuję się tam kalkulatorami. Zaprojektowałem też terminal wideo”. Z notatek, jakie podczas spotkania robił Moore, wynika, że Wozniak wspomniał też o swoim zamiłowaniu do gier wideo oraz płatnych filmów w hotelach.

Po pewnym czasie Wozniaka zaintrygowała kartka, puszczona w obieg przez jednego z uczestników spotkania; widniała na niej specyfikacja techniczna nowego mikroprocesora Intela. „Tamtego wieczora przyjrzałem się specyfikacji mikroprocesora i zauważyłem instrukcję dodania do rejestru A zawartości komórki pamięci – wspominał Wozniak. – Pomyślałem sobie: to ciekawe. Potem zwróciłem uwagę na instrukcję, pozwalającą na odjęcie od rejestru A zawartości komórki pamięci. O rany! Możliwe, że nic wam to nie mówi, ale ja wiedziałem dokładnie, co oznaczają owe instrukcje. Było to dla mnie najbardziej ekscytujące odkrycie, jakiego dotąd dokonałem”.

Wozniak projektował w tym czasie terminal wyposażony w monitor oraz klawiaturę. Początkowo planował, że będzie to tak zwany głupi terminal, nieposiadający własnej mocy obliczeniowej i łączący się z oddalonym od niego komputerem za pośrednictwem linii telefonicznej. Kiedy jednak zobaczył kartę specyfikacji mikroprocesora – układu scalonego, w którym znajdowała się cała „centralna jednostka obliczeniowa” – doznał swoistego olśnienia. Gdyby użył takiego mikroprocesora, mógłby umieścić część mocy obliczeniowej w budowanym terminalu. Byłby to olbrzymi krok naprzód w porównaniu z Altaiem: komputer, klawiatura i ekran zostałyby połączone w jednym urządzeniu! „Tamta wizja komputera osobistego przyszła mi do głowy całkowicie niespodziewanie – opisywał. – Jeszcze tej samej nocy zacząłem szkicować na kartce projekt tego, co jakiś czas później stało się znane jako Apple I”.

Każdego dnia po pracy w HP, gdzie zajmował się projektami kalkulatorów, Wozniak jechał do domu, zjadał pośpiesznie obiad, a następnie wracał do biura i w swoim boksie pracował nad wymyślonym

przez siebie komputerem. W niedzielę 29 czerwca 1975 roku o godzinie dziesiątej wieczorem nastąpił przełomowy moment: Wozniak nacisnął kilka klawiszy na klawiaturze, sygnał został przetworzony przez mikroprocesor i na ekranie wyświetliły się litery. „Byłem w szoku – wyznał. – Byłem pierwszym człowiekiem w dziejach, który nacisnął klawisz litery na klawiaturze, po czym zobaczył tę literę na ekranie komputera”. Nie było to do końca zgodne z prawdą, ale bez wątpienia był to pierwszy przypadek w historii, gdy klawiatura i monitor zostały zintegrowane z komputerem osobistym przeznaczonym dla hobbystów.

Misją Homebrew Computer Club było dzielenie się pomysłami. Przez to zresztą znalazł się on na celowniku Billa Gatesa, ale Wozniak w pełni identyfikował się z klubowym etosem wymiany informacji i dzielenia się wiedzą: „Byłem do tego stopnia przekonany o słuszności naszej misji, że skserowałem mój projekt w stu egzemplarzach i rozdawałem go każdemu, kto tylko był nim zainteresowany”. Początkowo Wozniak czuł się zbyt onieśmielony, by stanąć przed grupą ludzi i przeprowadzić dla nich prezentację. Był jednak bardzo dumny ze swojego wynalazku i chciał się nim podzielić, dlatego często stawał gdzieś z tyłu i chętnie demonstrował swój projekt każdemu, kto tylko do niego podszedł; rozdawał też kopie schematów konstrukcyjnych. „Chciałem dać mój projekt innym, zupełnie za darmo” – stwierdził.

Jobs, podobnie jak w przypadku Blue Boxa, miał na ten temat odmienne zdanie. Jak się później okazało, jego pragnienie, by wprowadzić do sprzedaży prosty w obsłudze i stanowiący zgrabny pakiet komputer, zmieniło branżę komputerów osobistych w takim samym stopniu jak błyskotliwy projekt Wozniaka. Gdyby nie determinacja Jobsa, który uznał, że powinni założyć firmę i wprowadzić pomysł Woza na rynek, to o dokonaniach Wozniaka wspomniano by co najwyżej w paru notatkach w biuletynie klubowym.

Jobs obdzwonił producentów układów scalonych, starając się wydębic od nich kilka darmowych egzemplarzy. „Steve umiał rozmawiać z przedstawicielami handlowymi – stwierdził z podziwem Wozniak. – Ja

nigdy bym sobie z tym nie poradził. Jestem zbyt nieśmiały”. Jobs zaczął również towarzyszyć Wozniakowi podczas spotkań klubu: pomagał mu taszczyć telewizor i prowadzić prezentacje. Wpadł również na pomysł sprzedaży płytek drukowanych, identycznych jak ta zaprojektowana przez Wozniaka. Było to typowe dla ich współpracy. „Za każdym razem gdy zaprojektowałem coś naprawdę dobrego, Steve wymyślał jakiś sposób na to, żebyśmy zarobili na tym trochę forsy – wspominał Wozniak. – Mnie samemu nawet przez myśl nie przeszło, że moglibyśmy sprzedawać komputery. A Steve powiedział: »Pokażmy je światu i sprzedajmy kilka sztuk«. Żeby zdobyć fundusze na rozpoczęcie działalności, Jobs sprzedał swojego vana Volkswagena, a Wozniak znalazł kupca na swój kalkulator HP.

Tworzyli dziwną, ale skuteczną parę wspólników. Woz był typem dobrotliwego ciamajdy, z wyglądu przypominającego pandę; Jobs z kolei sprawiał czasem wrażenie opętanego przez demony hipnotyzera, przypominającego charta. W przypadku Microsoftu to Gates tyranizował Allena, zmuszając go do oddania ponad połowy udziałów w spółce. W przypadku Apple’a na podobne rozwiązanie nalegał ojciec Steve’a Wozniaka, inżynier szanujący innych inżynierów i pogardzający menedżerami oraz specami od marketingu. Uważał, że ponad połowa udziałów w spółce powinna przypaść jego synowi, jako twórcy projektów. Któregoś dnia naskoczył nawet na Jobsa, kiedy ten przyszedł do Woza w odwiedziny. „Gównu ci się należy – oświadczył Wozniak senior. – Niczego sam nie stworzyłeś”. Jobs rozplakał się, co w jego przypadku nie było niczym niezwykłym. Następnie zapowiedział swojemu koledze i wspólnikowi, że gotów jest rozwiązać spółkę: „Jeśli nie dzielimy się fifty-fifty, to możesz zatrzymać sobie wszystko”. Steve Wozniak rozumiał jednak lepiej niż jego ojciec, co Jobs wnosi do ich spółki. Uważał też, że wkład ten wart jest co najmniej 50 procent udziałów. Było całkiem możliwe, że bez Jobsa Wozniak wciąż rozdawałby za darmo schematy swojego projektu.

Po jednej z prezentacji skonstruowanego przez Wozniaka komputera na zebraniu Homebrew Computer Club do Jobsa podszedł Paul Terrell,

właściciel niewielkiej sieci sklepów komputerowych The Byte Shop. Po krótkiej pogawędce wręczył Jobsowi swoją wizytówkę. „Pozostajemy w kontakcie” – rzucił na pożegnanie. Nazajutrz Jobs wmaszerował na bosaka do sklepu Terrella i oznajmił: „Właśnie pozostaję w kontakcie”. Następnie zaczął zachwalać komputer, który wkrótce stał się znany pod nazwą Apple I, a kiedy skończył, Terrell zgodził się zamówić pięćdziesiąt sztuk. Pod jednym warunkiem: miały to być w pełni zmontowane komputery, a nie „gołe” płytki drukowane, do których dołączone byłyby stopy podzespołów. Był to kolejny etap na drodze ewolucji komputerów osobistych. Nie miały już być zabawkami wyłącznie dla uzbrojonych w lutownice hobbystów.

Jobs rozumiał ten nowy trend. Kiedy przyszło do budowy Apple’a II, nie zastanawiał się zbyt długo nad wyborem odpowiedniego mikroprocesora. Zamiast tego udał się do sklepu Macy’s w centrum handlowym w Stanfordzie i uważnie przyjrzał się robotom kuchennym marki Cuisinart. Doszedł bowiem do wniosku, że kolejny komputer Apple’a powinien przypominać właśnie te urządzenia – wszystko miało być idealnie spasowane, zamknięte w zgrabnej obudowie, bez potrzeby jakiegokolwiek samodzielnego montażu. Wszystkie elementy, począwszy od zasilacza aż po oprogramowanie, od klawiatury aż po monitor, powinny być połączone w jedną spójną konstrukcję. „Postawiłem sobie za cel stworzenie pierwszego komputera, który stanowiłby kompletną całość – wyjaśnił Jobs. – Nie kierowaliśmy już naszej oferty wyłącznie do wąskiej grupy hobbystów, którzy lubili składać swoje komputery i doskonale wiedzieli, jaki wybrać transformator, a jaką klawiaturę. Na każdego takiego pasjonata przypadał tysiąc ludzi, którzy chcieli kupić maszynę gotową do działania”.

Na początku 1977 roku na rynku działało już kilka innych firm produkujących komputery i założonych przez ludzi wywodzących się z kręgu hobbystów, w tym między innymi z klubu Homebrew. Klubowy konferansjer Lee Felsenstein założył firmę Processor Technology, która wkrótce wprowadziła na rynek komputer pod nazwą Sol. Inne powstałe w tamtym okresie firmy to między innymi Cromemco, Vector Graphic,

Southwest Technical Products, Commodore i IMSAI. Jednak to Apple II stał się pierwszym na świecie komputerem osobistym, który był prosty w obsłudze i stanowił w pełni zintegrowany pakiet, obejmujący zarówno kompletny hardware, jak i software. Apple II trafił do sprzedaży w czerwcu 1977. Jego cenę ustalono na 1298 dolarów; w ciągu trzech lat sprzedano go w 100 tysiącach egzemplarzy.

Powstanie firmy Apple zbiegło się w czasie ze schyłkiem subkultury hobbystycznej. Przez kilka dekad młodzi innowatorzy, tacy jak Kilby czy Noyce, poznawali sekrety elektroniki, ucząc się rozróżniać rozmaite rodzaje tranzystorów, oporników, kondensatorów i diod, a następnie montując je na płytkach stykowych lub lutując do płytek drukowanych i tworząc w ten sposób układy radiodbiorników krótkofalowych, wzmacniaczy i oscyloskopów. Ale pojawienie się na rynku mikroprocesorów w roku 1971 sprawiło, że budowanie skomplikowanych układów stało się anachronizmem; w dodatku japońskie firmy elektroniczne rozpoczęły masową produkcję sprzętu, który okazał się tańszy od montowanego samodzielnie. Sprzedaż zestawów przeznaczonych do samodzielnego montażu zaczęła systematycznie spadać. Hardware'owi hakerzy, tacy jak Wozniak, musieli oddać palmę pierwszeństwa programistom i twórcom oprogramowania, takim jak Gates. Wypuszczając na rynek Apple'a II, a zwłaszcza Macintosha (który trafił do sprzedaży w 1984), firma Apple stała się pionierem w tworzeniu sprzętu, którego obudowy użytkownik nie mógł zdjąć na własną rękę; nie mógł zatem majstrować przy tym, co znajdowało się pod nią.

Wraz z pojawieniem się na rynku Apple'a II narodziła się doktryna, będąca swoistym credo Steve'a Jobsa: sprzęt produkowany przez Apple'a miał być zawsze ściśle zintegrowany ze stworzonym przez Apple'a oprogramowaniem. Jobs był perfekcjonistą i zależało mu na zachowaniu całkowitej kontroli nad sposobem wykorzystywania produktu przez użytkownika. Nie zamierzał pozwalać na to, by nabywca komputera Apple'a instalował na nim jakiś marny system operacyjny; podobnie nie chciał dopuścić, by można było kupić i zainstalować system operacyjny

Apple'a na byle jakim sprzęcie wyprodukowanym przez inną firmę.

Ten zintegrowany model nie przyjął się szerzej w branży komputerowej. Rynkowa premiera Apple'a II wyrwała z letargu wielkie firmy komputerowe, przede wszystkim IBM, które obrały jednak odmienną strategię. IBM przyjął zasadę, że tworzeniem hardware'u oraz systemu operacyjnego zajmują się różne firmy. W rezultacie nadrzędną rolę zyskało oprogramowanie, a większość komputerowego sprzętu (wyjątek stanowił sprzęt Apple'a) sprowadzona została do roli zwykłego towaru użytkowego.



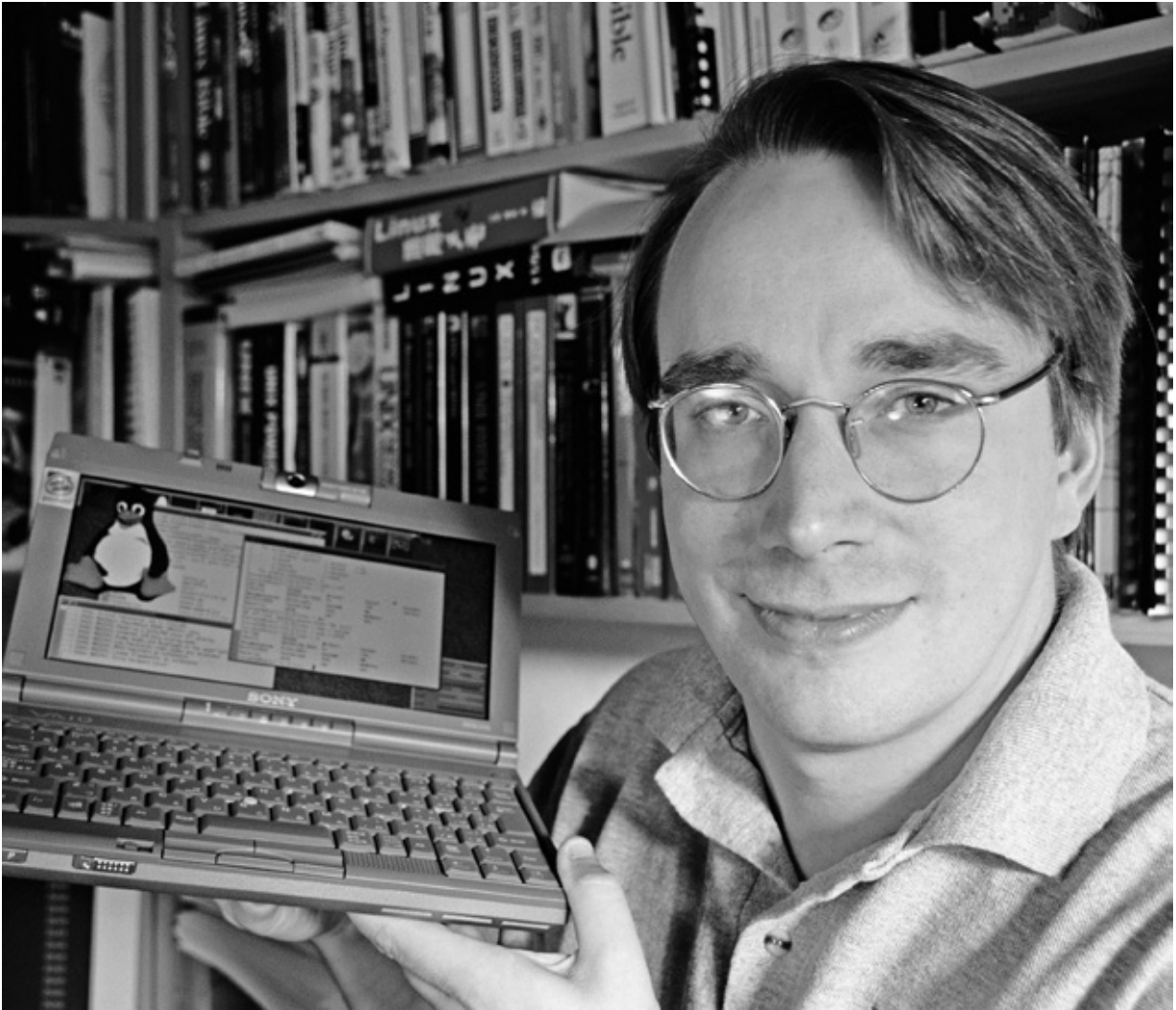
Steve Jobs (1955–2011) i Steve Wozniak (ur. 1950) w 1976 roku



Jobs na ekranie Macintosha w 1984 roku



Richard Stallman (ur. 1953)



Linus Torvalds (ur. 1969)

Dan Bricklin i VisiCalc

Aby przekonać osoby praktycznie podchodzące do życia, że komputer osobisty może być przydatny i jego kupno ma sens, trzeba było najpierw sprawić, by komputer stał się narzędziem, a nie tylko zabawką. Nawet popularność Apple'a II mogła okazać się jedynie chwilową modą, gdyby jego użytkownicy nie mieli możliwości używania swojego sprzętu do celów praktycznych. Pojawiło się więc zapotrzebowanie na aplikacje, czyli oprogramowanie użytkowe, dzięki któremu moc obliczeniowa komputera osobistego mogłaby zostać wykorzystana do wyręczania użytkownika

w różnych uciążliwych zadaniach.

Najbardziej wpływowym pionierem w tej dziedzinie był Dan Bricklin, twórca VisiCalca⁸³, czyli pierwszego arkusza kalkulacyjnego. Bricklin był absolwentem Wydziału Informatyki MIT; po studiach przepracował kilka lat w Digital Equipment Corporation, a następnie zapisał się na podyplomowe studia w Harvard Business School. Wiosną 1978 roku podczas jednego z wykładów Bricklin przyglądał się, jak wykładowca rysuje na tablicy tabelę, będącą ilustracją modelu finansowego. Za każdym razem gdy profesor znajdował w tabeli jakiś błąd lub też chciał zmienić wartość w jednym z pól, musiał używać gąbki, a także zmieniać wartości w wielu pozostałych polach⁸⁴.

Kilka lat wcześniej Bricklin uczestniczył w pokazie *Mother of All Demos* Douga Engelbarta – prezentacji systemu komputerowego oNLine System, w którego skład wchodził między innymi monitor oraz mysz komputerowa. Obserwując zmagania profesora z narysowaną na tablicy tabelą, Bricklin wyobraził sobie lepsze rozwiązanie: elektroniczny arkusz kalkulacyjny, obsługiwany za pomocą myszy i wyposażony w prosty interfejs typu „wskaz i kliknij”. Jeszcze tego samego lata podczas rowerowej przejażdżki po wysepce Martha’s Vineyard zdecydował się przekuć swój pomysł w realny produkt. Miał ku temu znakomite predyspozycje: z wykształcenia był inżynierem oprogramowania i posiadał wrodzony instynkt rasowego menedżera produktu. Rodzice Bricklina byli przedsiębiorcami, a on sam czuł się podekscytowany perspektywą poprowadzenia własnego biznesu. Doskonale odnajdywał się w pracy zespołowej i potrafił właściwie dobierać sobie współpracowników. „Miałem odpowiednie doświadczenie i odpowiednią wiedzę, by stworzyć oprogramowanie, jakiego potrzebowali ludzie” – podsumował Bricklin⁸⁵.

Postanowił połączyć siły z poznanym w czasie studiów w MIT Bobem Frankstonem, również inżynierem oprogramowania, którego ojciec także był przedsiębiorcą. Jak stwierdził Frankston: „kluczem do naszego sukcesu było to, że zarówno Dan, jak i ja potrafiliśmy grać zespołowo”. Chociaż Bricklin mógłby z powodzeniem napisać program samodzielnie, to

ograniczył się do naszkicowania ogólnej koncepcji, pozostawiając jej realizację Frankstonowi. „Dzięki temu Dan mógł skupić się na tym, co program powinien zawierać, zamiast głowić się nad tym, jak tego dokonać” – wspominał Frankston⁸⁶.

Ich pierwsza decyzja dotyczyła wyboru platformy dla tworzonego programu: postanowili, że arkusz kalkulacyjny nie będzie przeznaczony na typowo biznesowy komputer DEC-a, tylko na komputer osobisty. Spośród różnych dostępnych na rynku modeli wybrali Apple'a II, ponieważ stworzona przez Wozniaka otwarta i przejrzysta architektura zapewniała twórcom oprogramowania bezproblemowy dostęp do wszystkich potrzebnych im funkcji.

Prototyp programu stworzyli w ciągu jednego weekendu, posługując się komputerem pożyczonym od Dana Fylstry, który w rezultacie został ich współpracownikiem. Fylstra, świeżo upieczony absolwent Harvard Business School, założył firmę zajmującą się wydawaniem oprogramowania, przede wszystkim gier komputerowych, takich jak szachy. Kierował nią ze swojego mieszkania w Cambridge. Jeśli sektor oprogramowania miał rozwijać się niezależnie od sektora sprzętowego, to niezbędna była współpraca z wydawcami oprogramowania, którzy wiedzieli, jak zabrać się do promocji i dystrybucji produktu.

Ponieważ Bricklin i Frankston mieli nosa do biznesu i potrafili wyczuć potrzeby klientów, skoncentrowali się na tym, by ich arkusz kalkulacyjny był czymś więcej niż tylko programem. VisiCalc miał być produktem. Przeprowadzili nawet badania fokusowe, wypytując o opinie swoich przyjaciół oraz znajomych wykładowców – wszystko po to, by upewnić się, że zaprojektowany interfejs jest wystarczająco intuicyjny i przyjazny dla użytkownika. „Naszym celem było stworzenie takiego modelu, w którym użytkownik nie czułby się zdezorientowany – wyjaśnił Frankston. – Nazywa się to zasadą najmniejszego zaskoczenia. Byliśmy iluzjonistami, syntetyzującymi doświadczenie”⁸⁷.

W gronie osób, które pomogły uczynić z VisiCalca biznesowy fenomen, znalazł się między innymi Ben Rosen – analityk w banku Morgan Stanley,

gdzie zajmował się publikowaniem biuletynu i organizowaniem konferencji branży komputerowej. Jakiś czas później Rosen zaczął wydawać swój własny biuletyn i samodzielnie organizować konferencje, a następnie otworzył własny fundusz kapitałowy na Manhattanie. W maju 1979 Dan Fylstra zaprezentował VisiCalca na Personal Computer Forum (Forum Komputerów Osobistych), czyli konferencji zorganizowanej przez Rosena w jego rodzinnym Nowym Orleanie. Rosen wystawił programowi entuzjastyczną ocenę: „VisiCalc już samym wyglądem zachęca do działania. [...] Nawet ci, którzy nigdy wcześniej nie mieli do czynienia z komputerami, w ciągu kilku minut nauczą się korzystać z tego programu”. Swoją opinię zakończył proroczym stwierdzeniem: „Znacie to powiedzenie o ogonie, który macha psem. VisiCalc może za jakiś czas stać się software’owym odpowiednikiem takiego ogona, machającym komputerami osobistymi (i zwiększającym ich sprzedaż)”.

Minął cały rok, zanim pojawiły się wersje VisiCalca przeznaczone na inne komputery osobiste – przez ten czas program stał się trampoliną do rynkowego sukcesu Apple’a II. „To właśnie była jedna z przyczyn sukcesu Apple’a II” – przyznał później Jobs⁸⁸. Wkrótce po pierwszym arkuszu kalkulacyjnym pojawiły się pierwsze edytory tekstu, takie jak Apple Writer czy EasyWriter. W ten sposób VisiCalc nie tylko spowodował wzrost popytu na komputery osobiste, ale także przyczynił się do powstania nowej branży, czyli działalności wydawniczej związanej z aplikacjami komputerowymi.

System operacyjny IBM

W latach siedemdziesiątych IBM zdominował rynek komputerów typu mainframe dzięki maszynom z serii 360. W segmencie minikomputerów – które na przekór nazwie przypominały wielkością lodówki – musiał jednak uznać wyższość takich firm, jak DEC i Wang; co gorsza, wiele wskazywało na to, że w segmencie komputerów osobistych IBM również zostanie w tyle za konkurencją. „Próba stworzenia komputera osobistego przez IBM

przypomina próbę nauczania słonia sztuki stepowania” – skomentował wówczas sytuację jeden z ekspertów⁸⁹.

Ludzie z kierownictwa firmy wydawali się podzielać tę opinię. Zaczęto nawet rozważać wykupienie licencji na produkcję Atari 800 i sprzedawanie go pod szyldem IBM-u. W lipcu 1980 pomysł ten został przedyskutowany na jednym z zebrań, ale ostatecznie odrzucił go dyrektor generalny IBM-u Frank Cary, który stwierdził, że największa na świecie firma komputerowa powinna być w stanie zbudować komputer osobisty własnymi siłami. Przy okazji poskarżył się zebrany, że w IBM-ie wdrożenie każdego nowego projektu wymaga trzech lat pracy zespołu złożonego z trzystu ludzi.

Wtedy wtrącił się Bill Lowe, dyrektor laboratorium badawczego IBM-u w Boca Raton na Florydzie. „Ależ nie, proszę pana. Uporamy się z tym w rok” – zapewnił⁹⁰. Ta pewność siebie sprawiła, że to właśnie jemu powierzono nadzór nad projektem o kryptonimie „Acorn” (Żołądz), którego celem miało być stworzenie pierwszego komputera osobistego marki IBM.

Lowe zebrał zespół fachowców, na którego czele postawił Dona Estridge’a. Za przygotowanie oprogramowania dla powstającego prototypu miał odpowiadać Jack Sams – południowiec o łagodnym usposobieniu, a przy tym prawdziwy weteran IBM-u, który pracował w firmie już od dwudziestu lat. Sams zdawał sobie sprawę, że rok to zbyt krótko, by stworzyć od podstaw własne oprogramowanie; postanowił więc kupić licencję od zewnętrznego dostawcy oprogramowania. 21 lipca 1980 roku zadzwonił do Billa Gatesa i poprosił o jak najszybsze spotkanie. Kiedy Gates zaprosił go do Seattle na następny tydzień, Sams oznajmił, że właśnie jest w drodze na lotnisko i chciałby spotkać się już nazajutrz. Podekscytowany Gates poczuł, że wielka, wygłodniała ryba sama pcha się na haczyk.

Kilka tygodni wcześniej Gates zatrudnił na stanowisku dyrektora handlowego Microsoftu swojego kolegę z akademika, Steve’a Ballmera. Teraz poprosił go, by towarzyszył mu podczas spotkania z przedstawicielami IBM-u. „Oprócz mnie jesteś tu jedyną osobą skłoną

włożyć garnitur” – powiedział⁹¹. Gates również wystroił się w garnitur, który jednak okazał się trochę za duży. Jack Sams przyjechał do siedziby Microsoftu w standardowym uniformie kadry kierowniczej IBM-u, to znaczy w granatowym garniturze i białej koszuli. Swój pierwszy kontakt z Gatesem opisał w następujący sposób: „Kiedy przybyliśmy na miejsce, w recepcji wyszedł nam na spotkanie młody chłopak. W pierwszej chwili pomyślałem, że to biurowy goniec”. Błyskotliwy Gates szybko jednak oczarował zarówno Samsa, jak i jego towarzyszy.

Wysłannicy IBM-u zamierzali początkowo omówić jedynie kwestię licencji na używanie Microsoft BASIC-a. Gates jednak zręcznie pokierował rozmową i po chwili wywiązała się ożywiona dyskusja na temat kierunku, w jakim zmierza technologia komputerowa. Pod koniec trwającego kilka godzin spotkania ludzie z IBM-u byli zainteresowani licencją już nie tylko na BASIC-a, ale także na Fortrana, COBOL-a oraz na wszystkie inne języki programowania, jakie tylko miał albo planował mieć w swojej ofercie Microsoft. „Zapewniliśmy, że dostarczymy im wszystko, czego tylko potrzebują. Nawet jeśli część z tego nie była jeszcze gotowa” – wspominał Gates⁹².

Po kilku tygodniach przedstawiciele IBM-u ponownie zjawili się w Seattle. Poza dostępem do języków programowania ich firma potrzebowała jeszcze jednego, bardzo ważnego elementu: systemu operacyjnego, będącego podstawą oprogramowania każdego komputera. System operacyjny zawiera elementarne instrukcje, z jakich korzystają inne programy – decyduje o tym, gdzie przechowywane są dane, przydziela zasoby pamięci oraz mocy obliczeniowej procesora, a także określa zasady współdziałania programów użytkowych z elementami sprzętowymi.

W tamtym czasie Microsoft nie posiadał jeszcze własnego systemu operacyjnego i korzystał z systemu CP/M (był to skrót od nazwy Control Program for Microcomputers [Program Kontrolny dla Mikrokomputerów]). Jego twórcą i właścicielem praw autorskich był Gary Kildall, kolega Gatesa z dzieciństwa, który od pewnego czasu mieszkał w Monterey w Kalifornii. Gates zaprosił Samsa do swojego gabinetu i w jego obecności zadzwonił do

Kildalla. „Wysłałem do ciebie kilku gości – poinformowałem, a następnie opisałem, czego oczekują wysłannicy IBM-u. – Potraktuj ich dobrze, bo to ważni klienci”⁹³.

Gary Kildall nie posłuchał tej rady. Gates opisywał później wizytę przedstawicieli IBM-u w firmie Kildalla jako „dzień, w którym Gary postanowił sobie polatać”. Zamiast spotkać się z Samsem i jego grupą, Kildall, zapalony pilot amator, wsiadł do swojego prywatnego samolotu i poleciał do San Francisco, gdzie miał umówione inne spotkanie. Kiedy czterej mężczyźni w ciemnych garniturach zjawili się w ekscentrycznym wiktoriańskim domu, w którym mieściła się siedziba firmy Kildalla, powitała ich jego żona. Sams poprosił ją o podpisanie sążnistej umowy o nieujawnianiu treści rozmów, ale żona Kildalla odmówiła. Po długich i bezowocnych próbach nakłonienia jej do zmiany zdania zdegustowani goście dali za wygraną. „Mieliśmy przygotowany dokument, będący zobowiązaniem do nieinformowania nikogo o naszym spotkaniu i nieujawniania poufnych informacji. Ona go przeczytała, po czym oznajmiła, że nie zamierza tego podpisywać – opowiadał Sams. – Spędziliśmy w Pacific Grove cały boży dzień, debatując z żoną Kildalla, jej prawnikami, a także naszymi prawnikami na temat tego, czy w ogóle możemy z nią rozmawiać o prowadzeniu dalszych rozmów. W końcu machnęliśmy ręką i wyszliśmy”. W ten sposób mała firma Kildalla straciła szansę na zdobycie dominującej pozycji na rynku oprogramowania komputerowego⁹⁴.

Sams wrócił do Seattle i ponownie poprosił Gatesa o znalezienie odpowiedniego dla IBM-u systemu operacyjnego. Na szczęście okazało się, że Paul Allen zna kogoś, kto mógł im w tym pomóc: osobą tą był Tim Paterson, pracownik niewielkiej firmy Seattle Computer Products. Kilka miesięcy wcześniej Paterson, zniecierpliwiony tym, że system CP/M wciąż nie został dostosowany do współpracy z najnowszymi mikroprocesorami Intela, opracował na bazie CP/M własną wersję systemu operacyjnego. Nazwał ją QDOS, czyli Quick and Dirty Operating System (Pospiesznie i Niechlujnie Napisany System Operacyjny)⁹⁵.

Gates doszedł tymczasem do wniosku, że w niedalekiej przyszłości większość komputerów osobistych na świecie wyposażona będzie w jeden standardowy system operacyjny – i prawdopodobnie będzie to ten system, który wybierze IBM. Spodziewał się też, że właściciel praw do takiego systemu będzie czerpał z tego tytułu liczne korzyści. Dlatego zamiast po prostu umówić ludzi z IBM-u na spotkanie z Patersonem, Gates zaproponował im, że sam się wszystkim zajmie. „Zapewniliśmy IBM, że skontaktujemy się z małą lokalną firmą i kupimy od niej system operacyjny, a potem odpowiednio go dopracujemy” – wspominał Ballmer.

Firma, w której pracował Paterson, ledwo wiązała koniec z końcem – dzięki temu Allenowi udało się wynegocjować korzystne dla Microsoftu warunki. Początkowo Microsoft zadowolił się niewyłączną licencją na używanie systemu QDOS oraz sprzedaż sublicencji innym podmiotom. Dopiero gdy było już niemal pewne, że dojdzie do zawarcia kontraktu między Microsoftem i IBM-em, Allen podpisał z firmą Patersona umowę kupna systemu operacyjnego; nie ujawnił jednak planów, jakie Microsoft wiązał z QDOS. „Kupiliśmy od nich wszystkie prawa do systemu za 50 tysięcy dolarów” – wspominał Allen⁹⁶. Za tę śmiesznie niską kwotę Microsoft zyskał na własność program, który po wprowadzeniu do niego pewnych poprawek zapewnił firmie Gatesa ponadtrzydziestoletnią dominację na rynku oprogramowania komputerowego.

Niewiele brakowało, a Gates nie zdecydowałby się na ten krok. Chociaż było to do niego niepodobne, obawiał się, że zasoby kadrowe Microsoftu są zbyt skromne, by firma mogła kontynuować pracę nad wieloma rozpoczętymi już projektami i jednocześnie poradzić sobie z podrasowaniem QDOS w taki sposób, by stał się on systemem operacyjnym na miarę potrzeb i oczekiwań IBM-u. Microsoft zatrudniał wówczas jedynie czterdziestu pracowników; niektórym z nich zdarzało się nocować w biurze, a po nocy przespanej na podłodze wykonywali poranną toaletę za pomocą wilgotnej gąbki. W dodatku szefem tej gromadki był dwudziestoczterolatek, którego ludzie brali za chłopca na posyłki. W ostatnią niedzielę września 1980 roku, dwa miesiące po pierwszym

telefonie od Jacka Samsa, Gates zwołał swoich najbliższych współpracowników, żeby wspólnie podjąć ostateczną decyzję odnośnie do pracy nad systemem operacyjnym. Za podjęciem się tego zadania najgłośniej opowiadał się Kay Nishi, pochodzący z Japonii młody biznesmen z branży komputerowej, będący podobnym do Gatesa wulkanem energii. Podczas narady Nishi zerwał się na równe nogi i zaczął nerwowo krążyć po gabinecie szefa Microsoftu, wykrzykując piskliwym głosem: „Musimy to zrobić! Musimy to zrobić!”. Gates przyznał mu rację⁹⁷.

Wkrótce Gates i Ballmer udali się nocnym lotem do Boca Raton, gdzie miały się odbyć negocjacje z przedstawicielami IBM-u. W 1980 obroty Microsoftu wyniosły 7,5 miliona dolarów, natomiast obroty IBM-u sięgały 30 miliardów dolarów. Niezrażony tymi dysproporcjami Gates zamierzał wynegocjować zachowanie przez Microsoft prawa do własności systemu, który IBM miał uczynić globalnym standardem. Wcześniej Microsoft zawarł z firmą Patersona umowę, na mocy której firma stała się właścicielem systemu DOS, a nie jedynie posiadaczem licencji; mógł też rozporządzać oprogramowaniem „według własnego uznawania”. To było sprytne posunięcie, jednak jeszcze więcej sprytu wymagało niedopuszczenie do sytuacji, w której IBM zmusiłby Microsoft do zawarcia podobnej umowy.

Kiedy samolot wylądował na lotnisku w Miami, Gates i Ballmer pobiegli do toalety, żeby przebrać się w garnitury. Gates zorientował się, że zapomniał zabrać krawat. Nie był pedantem i zwykle nie przejmował się takimi drobiazgami, ale tym razem postanowił, że w drodze do Boca Raton zajrzy do domu towarowego Burdine's i dokupi brakujący element garderoby. Jednak nawet w krawacie nie udało mu się wyrzucić zbyt dobrego wrażenia na ubranych w nienagannie skrojone garnitury przedstawicielach kadry kierowniczej IBM-u. Jeden z obecnych na spotkaniu inżynierów oprogramowania stwierdził później, że Gates „wyglądał jak dzieciak, który obrabował kogoś na ulicy i włożył na siebie kradziony, o wiele za duży garnitur. Miał postawiony do góry kołnierzyk koszuli i trochę przypominał punka. Kiedy go zobaczyłem, zapytałem: »Do

diabła, co to za jeden?»⁹⁸.

Ale kiedy Gates rozpoczął prezentację, uczestnicy spotkania szybko przestali przejmować się jego niechlujnym wyglądem. Ludzie z IBM-u byli pod wrażeniem jego perfekcyjnej znajomości wszystkich szczegółów, zarówno technicznych, jak i prawnych; spodobała im się również pewność siebie i spokój, z jakim przedstawiał swoje propozycje. Tak naprawdę jednak demonstrowana przez Gatesa pewność siebie była w znacznej mierze pozą. Po powrocie do Seattle Gates rzucił się na podłogę swojego gabinetu i zaczął głośno zwierzać się Ballmerowi ze swoich wątpliwości.

Na początku listopada 1980 roku, po trwających cały miesiąc negocjacjach, licząca trzydzieści dwie strony umowa została w końcu podpisana. „Steve i ja znaleźliśmy jej treść na pamięć” – wspominał Gates⁹⁹. „Nasze przewidziane w umowie wynagrodzenie nie było specjalnie wysokie. W sumie mieliśmy otrzymać jakieś 186 tysięcy dolarów”. Tyle zarobili na początek. Ważniejsze były jednak dwa punkty umowy, które, zdaniem Gatesa, miały przyczynić się do zmiany układu sił w branży komputerowej. Pierwszy z nich przewidywał, że licencja na używanie systemu operacyjnego, nazwanego przez IBM systemem PC-DOS, nie została udzielona firmie IBM na wyłączność. Gates mógł zatem sprzedawać innym producentom komputerów osobistych licencję na używanie tego samego oprogramowania, tyle tylko, że pod nazwą MS-DOS. Po drugie, Microsoft zachowywał wyłączną kontrolę nad kodem źródłowym programu. Oznaczało to, że IBM nie mógł samodzielnie wprowadzać żadnych modyfikacji ani rozwijać systemu w taki sposób, by dało się z niego korzystać jedynie na komputerach wyprodukowanych przez IBM. Wszelkie zmiany mogły być wprowadzane wyłącznie przez Microsoft, który miał prawo sprzedać licencję na nową wersję oprogramowania dowolnej firmie. „Wiedzieliśmy, że prędzej czy później na rynku pojawią się klony IBM PC – opowiadał Gates. – Skonstruowaliśmy nasz kontrakt w taki sposób, by to umożliwić. Był to nasz kluczowy warunek w negocjacjach z IBM-em”¹⁰⁰.

Umowa podpisana z IBM-em przypominała tę, którą Gates zawarł

w przeszłości z MITS-em: wtedy także zagwarantował sobie prawo do udzielania licencji na BASIC-a innym producentom komputerów. Dzięki takiemu podejściu opracowane przez Microsoft oprogramowanie – najpierw autorska wersja BASIC-a, a potem system operacyjny DOS – stawało się standardem w całej branży komputerowej, pozostając zarazem pod pełną kontrolą Microsoftu. „Nasze hasło reklamowe brzmiało wtedy: »To my wyznaczamy standardy« – wspominał ze śmiechem Gates. – Ale kiedy naprawdę zaczęliśmy ustanawiać standardy, nasz specjalizujący się w prawie antymonopolowym prawnik poradził nam, żebyśmy zrezygnowali z tego hasła. To był jeden z tych sloganów reklamowych, których wypada używać wyłącznie wtedy, gdy ich treść nie ma nic wspólnego z prawdą”^{v 101}.

Gates pochwalił się matce, że zawarł z IBM-em niezwykle ważną umowę – miał nadzieję, że ta wiadomość przekona jego rodziców o tym, że postąpił słusznie, przerywając studia na Harvardzie. Mary Gates zasiadała wówczas w zarządzie organizacji charytatywnej United Way; traf chciał, że członkiem zarządu tej organizacji był również John Opel, prezes IBM-u, mający wkrótce zastąpić Franka Cary’ego na stanowisku dyrektora generalnego firmy. Któregoś dnia podczas wspólnej podróży na spotkanie służbowe pani Gates zagadnęła Opla o to, czego dowiedziała się od syna: „Mój chłopiec współpracuje z twoją firmą. Wspominał o jakimś ważnym wspólnym projekcie”. Okazało się jednak, że Opel nigdy wcześniej nie słyszał o Microsocfie. Po powrocie do Seattle Mary Gates poinformowała o tym Billa. „Rozmawiałam z Oplem o waszym projekcie; o tym, jak rzuciłeś studia i tak dalej. Ale on nigdy nie słyszał ani o tobie, ani o twojej firmie. Może ten wasz projekt wcale nie jest tak ważny, jak ci się wydaje?” Kilka tygodni później szefowie ośrodka badawczego w Boca Raton przyjechali do siedziby IBM-u, żeby zdać Oplowi sprawę z postępu prac nad projektem komputera osobistego. „W kwestii procesorów zdajemy się na Intela; dystrybucją zajmą się Sears i ComputerLand – wyjaśnił dyrektor zespołu z Boca Raton. – Ale w największym stopniu jesteśmy uzależnieni od małej firmy software’owej z Seattle. Jej szefem jest niejaki Bill Gates”.

Słyszając znajome nazwisko, Opel stwierdził: „Och, chodzi ci o syna Mary Gates? Mary to wspaniała osoba”¹⁰².

Zgodnie z przewidywaniami Gatesa produkcja całej gamy programów dla IBM-u wymagała ogromnego wysiłku, ale ekipa Microsoftu pracowała bez wytchnienia przez dziewięć miesięcy, by zrobić wszystko, co było do zrobienia. To właśnie wtedy Allen i Gates po raz ostatni pracowali zespołowo, siedząc ramię w ramię i całymi nocami pisząc kod z takim samym zacięciem, z jakim robili to w przeszłości w Lakeside i na Harvardzie. „Jedyna sprzeczka przydarzyła nam się wtedy, gdy Paul chciał polecieć na Florydę i obejrzeć na żywo start pierwszego wahadłowca kosmicznego, a ja nie chciałem się na to zgodzić, bo mieliśmy opóźnienia” – opowiadał Gates. Ostatecznie Allen i tak wybrał się na Florydę. „To był pierwszy taki start w historii – tłumaczył później. – Poza tym gdy tylko wahadłowiec wystartował, niezwłocznie wsiedliśmy do samolotu i wróciliśmy do Seattle. Moja nieobecność w biurze trwała nie dłużej niż trzydzieści sześć godzin”.

Tworząc system operacyjny dla IBM-u, Gates i Allen wpływali na wrażenia użytkownika i sposób obsługi komputera osobistego. „Paul i ja decydowaliśmy o każdym, najgłupszym nawet drobiazgu dotyczącym peceta – wspominał Gates. – O układzie klawiatury, o działaniu portu kasetowego, dźwiękowego i graficznego”¹⁰³. Niestety, miało to swoje wady, bowiem efekt końcowy odzwierciedlał „nerdowate” podejście Gatesa do techniki projektowania. W rezultacie zastępy użytkowników komputerów osobistych musiały nie tylko nauczyć się, gdzie znajduje się klawisz backslash, ale także pogodzić się z tym, że interfejs człowiek-maszyna bazował na wierszach poleceń w rodzaju „c:\>” oraz na plikach o niefortunnych nazwach, takich jak AUTOEXEC.BAT czy CONFIG.SYS.

Kilka lat później, podczas uroczystości odbywającej się na Harvardzie, prywatny inwestor David Rubenstein zapytał Gatesa, dlaczego postanowił uprzykrzyć ludziom życie sekwencją startową Control + Alt + Delete: „Dlaczego za każdym razem gdy chcę włączyć komputer i uruchomić

system, muszę używać do tego aż trzech palców? Kto wpadł na taki pomysł?”. Gates zaczął tłumaczyć, że to osoby zatrudnione przez IBM i odpowiedzialne za projekt klawiatury nie zadbały o to, by użytkownik mógł w prosty sposób polecić komputerowi uruchomienie systemu operacyjnego; po chwili jednak dał za wygraną i uśmiechając się z zakłopotaniem, przyznał: „To był błąd”¹⁰⁴. Hardcore’owym programistom zdarza się czasem zapominać o tym, że sednem piękna jest prostota.

Publiczna prezentacja IBM PC odbyła się w sierpniu 1981 roku w nowojorskim hotelu Waldorf Astoria. Cenę komputera ustalono na 1565 dolarów. Na pokaz nie zaproszono jednak ani Gatesa, ani żadnego pracownika Microsoftu. „Najdziwniejsze było to, że kiedy poprosiliśmy IBM o zaproszenie nas na tę uroczystą premierę, spotkaliśmy się z odmową” – wspominał Gates¹⁰⁵. IBM potraktował Microsoft jako zwykłego dostawcę.

Ale ostatnie słowo miało należeć do Gatesa. Dzięki umowie zawartej z IBM-em Microsoft zdołał sprowadzić IBM PC oraz jego klony do roli łatwo wymienialnych towarów użytkowych; pecety zostały skazane na konkurowanie ze sobą ceną, a ich producenci musieli zadowalać się niewielkimi marżami zysku. Kilka miesięcy po premierze komputera osobistego IBM-u ukazał się pierwszy numer magazynu „PC”, a w nim wywiad z Billem Gatesem. Szef Microsoftu przewidział, że już wkrótce we wszystkich pecetach używać się będzie jednakowych, standardowych mikroprocesorów. „W rezultacie hardware stanie się znacznie mniej interesujący – stwierdził. – Wszystko będzie zależało od software’u”¹⁰⁶.

Graficzny interfejs użytkownika

Steve Jobs i jego ludzie kupili egzemplarz komputera IBM od razu, gdy tylko pojawił się w sprzedaży. Chcieli sprawdzić, jak prezentuje się produkt konkurencji. Po przeprowadzeniu oględzin doszli do zgodnego wniosku, że – jak ujął to Jobs – „IBM PC jest do kitu”. Taka opinia nie była jedynie wyrazem wrodzonej arogancji Jobsa. Przed wszystkim była to reakcja na to,

że maszyna IBM-u ze swoimi ponurymi wierszami poleceń `c:\>` oraz kanciastym, pudełkowatym wzornictwem wydała się Jobsowi okropnie nudna. Nie przyszło mu do głowy, że korporacyjnym szefom pionów technicznych może wcale nie zależeć na tym, by komputer wprowadzał do ich biur element ożywienia; nie wziął też pod uwagę, że z perspektywy szefa działu technicznego nudna marka, taka jak IBM, mogła wydawać się bezpieczniejszym wyborem niż przebojowy Apple. W tym samym dniu, w którym IBM zaprezentował światu swojego nowego peceta, Bill Gates wziął udział w spotkaniu w siedzibie Apple'a. „Wyglądało na to, że tamto wydarzenie w ogóle ich nie obeszło – wspominał później. – Musiał minąć cały rok, zanim zrozumieli, co tak naprawdę się stało”¹⁰⁷.

Jobsa podniecała rywalizacja, zwłaszcza wówczas, gdy uważał, że produkt oferowany przez konkurencję jest do luzu. Postrzegał siebie jako oświeconego wojownika zen, zmagającego się z siłami zła i brzydoty. Poleciał, by Apple wykupił powierzchnię reklamową w „Wall Street Journal” i osobiście wziął udział w pisaniu tekstu reklamy. Jej nagłówek głosił: „Witamy, IBM. Poważnie”.

Jednym z powodów takiego lekceważącego stosunku do peceta IBM-u było to, że Jobs miał już okazję zobaczyć, jak będzie wyglądać przyszłość, i był zdeterminowany, by wziąć udział w jej tworzeniu. Podczas jego wizyt w Xerox PARC zaprezentowano mu wiele pomysłów autorstwa Alana Kaya, Douga Engelbarta oraz ich kolegów; najważniejszym z nich był graficzny interfejs użytkownika (graphical user interface, w skrócie GUI), czyli graficzna metafora pulpitu biurka z okienkami, ikonami oraz myszką pełniącą funkcję wskaźnika. Kreatywność zespołu Xerox PARC w połączeniu z wzorniczym i marketingowym geniuszem Jobsa sprawiły, że GUI stał się kolejnym ogromnym krokiem w kierunku urzeczywistnienia takiego modelu interakcji człowieka z komputerem, jaki wyobrażali sobie Bush, Licklider czy Engelbart.

Dwie najważniejsze wizyty Jobsa w Xerox PARC miały miejsce w grudniu 1979 roku. Jef Raskin, inżynier Apple'a pracujący nad projektem przyjaznego komputera, który w niedalekiej przyszłości miał stać się

Macintoshem, zapoznał się z dokonaniem Xeroxa i postanowił przekonać Jobsa, by on również rzucił na nie okiem. Jedyny problem polegał na tym, że szef Apple'a uważał Raskina za niezdolnego typa (czy też, używając nomenklatury Jobsa, za „beznadziejnego debila”). Ostatecznie jednak Jobs zgodził się odwiedzić pracownię Xeroxa. Efektem tych jego wizyt była umowa zawarta z Xeroxem, zgodnie z którą inżynierowie Apple'a otrzymali możliwość dogłębnego zapoznania się z opracowaną w PARC technologią, w zamian za co Jobs wyraził zgodę na sprzedaż Xeroxowi puli udziałów w Apple'u za kwotę miliona dolarów.

Rzecz jasna, Jobs nie był pierwszą osobą z zewnątrz, która miała okazję przyjrzeć się dorobkowi ośrodka Xerox PARC. Tamtejsi naukowcy przyjmowali setki takich gości i przeprowadzali setki prezentacji; Xerox zdążył już także sprzedać ponad tysiąc egzemplarzy swojego kosztownego komputera pod nazwą Altos, będącego dziełem Lampsona, Thackera oraz Kaya i wykorzystującego graficzny interfejs użytkownika, a także wiele innych innowacyjnych rozwiązań. Ale to Jobs był pierwszym gościem PARC, którego ogarnęło obsesyjne pragnienie zastosowania graficznego interfejsu w prostym i niedrogim komputerze osobistym. Po raz kolejny okazało się, że najważniejsze innowacje nie są dziełem tych, którzy wymyślają przełomowe rozwiązania, lecz tych, którzy potrafią je wdrożyć.

Podczas pierwszej wizyty Jobsa w Xerox PARC tamtejsi inżynierowie pod kierownictwem Adele Goldberg, współpracownicy Alana Kaya, potraktowali swojego gościa z wyraźną rezerwą i nie pokazali mu zbyt wiele. Szef Apple'a wpadł we wściekłość. „Dosyć tych bzdur!” – wrzeszczał. W końcu – na wyraźne polecenie osób ze ścisłego kierownictwa firmy Xerox – naukowcy z PARC zaprezentowali Jobsowi i jego ludziom pełnię swoich osiągnięć. Podekscytowany Jobs miotał się po sali, w której odbywał się pokaz, a inżynierowie z Apple'a w skupieniu badali każdy piksel na ekranach monitorów. „Siedzicie na żyłę złota! – wykrzyknął wreszcie Jobs. – Nie mogę uwierzyć, że Xerox nie potrafi tego wykorzystać”.

Zorganizowany dla Jobsa pokaz obejmował trzy innowacyjne

rozwiązania. Pierwszym był Ethernet, czyli opracowana przez Boba Metcalfe'a technologia umożliwiająca łączenie komputerów w lokalne sieci. Jobs, podobnie jak Gates i inni pionierzy komputerów osobistych, nie był szczególnie zainteresowany technologiami sieciowymi (a przynajmniej nie tak zainteresowany, jak być powinien). Postrzegał komputer jako narzędzie, które może wzmocnić pozycję jednostki w społeczeństwie; nie przywiązywał natomiast większej wagi do roli, jaką komputery mogły odegrać w rozwijaniu współpracy między jednostkami. Drugą zaprezentowaną innowacją była metoda programowania zorientowanego obiektowo. Jobs nie był programistą, więc to także nie wzbudziło w nim większego zainteresowania.

Jego uwagę przykuł za to graficzny interfejs użytkownika, wykorzystujący wizualną metaforę pulpitu. Taki interfejs wydawał się intuicyjny i przyjazny niczym plac zabaw w sąsiedztwie. Zawierał miłe dla oka ikony dokumentów i folderów, a także wiele innych przydatnych elementów, takich jak kosz na śmieci oraz sterowany myszką kursor, ułatwiający klikanie w odpowiednie ikony. Jobs był tym oczarowany, a jednocześnie już na pierwszy rzuty oka dostrzegł, w jaki sposób można uprościć GUI i uczynić go bardziej eleganckim.

Stworzenie takiego interfejsu możliwe było dzięki bitmapom, czyli kolejnemu innowacyjnemu rozwiązaniu, jakie opracowali naukowcy z Xerox PARC. Do tamtej pory większość komputerów, łącznie z Apple'em II, wyświetlała na ekranie monitora jedynie cyfry i litery; zwykle miały one upiornie zielony kolor i były wyświetlane na czarnym tle. W grafice bitmapowej kontrolowany był każdy piksel ekranu, mógł być więc wyświetlany w dowolnym kolorze. Umożliwiało to tworzenie najróżniejszych obrazów, czcionek oraz grafik. Jobs, pasjonat wzornictwa, posiadający rozległą wiedzę typograficzną i żywiący zamiłowanie do kaligrafii, poczuł się oszołomiony ogromem możliwości, jakie dawały bitmapy. „Miałem wrażenie, jakby nagle ktoś zdjął mi klapki z oczu – wspominał. – Zobaczyłem przyszłość, jaka czekała całą branżę komputerową”.

Po zakończeniu prezentacji Jobs wsiadł do samochodu i wyruszył w drogę powrotną do biura Apple'a w Cupertino, rozwijając przy tym prędkość, która zrobiłaby wrażenie nawet na samym Gatesie. Podczas podróży oświadczył swojemu koledze Billowi Atkinsonowi, że muszą ulepszyć wymyślony przez Xeroxa graficzny interfejs użytkownika, a następnie zastosować go we wszystkich przyszłych komputerach Apple'a, w tym także w nadchodzących modelach Lisa i Macintosh. „To jest to! – krzyczał. – Koniecznie musimy to zrobić!” Zrozumiał, że to najlepszy sposób, by wprowadzić komputery pod strzechy¹⁰⁸.

Kiedy później Jobs spotykał się z zarzutami, że ukradł pomysły Xeroxa, w odpowiedzi cytował Picassa: „Dobrzy artyści naśladują, wielcy artyści kradną”. A następnie dodawał: „Nigdy nie wstydziliśmy się tego, że zdarzało nam się podkraść znakomite pomysły”. Utrzymywał też, że Xerox nie potrafił odpowiednio wykorzystać swojego własnego pomysłu. „Xeroxem kierowali specje od kserokopiarek, którzy nie mieli pojęcia o tym, do czego zdolne są komputery – stwierdził. – Odnieśli największy sukces w historii branży komputerowej, a potem zamienili go w porażkę. A przecież mogli podbić cały rynek”¹⁰⁹.

Ale żadne z tych argumentów nie oddają pełnej sprawiedliwości Jobsowi i firmie Apple. Jak pokazuje przypadek Johna Atanasoffa, zapomnianego wynalazcy z Iowa, dobry pomysł to zaledwie pierwszy krok. Tak naprawdę liczy się jego realizacja. Jobs i jego ludzie wzięli pomysły Xeroxa, ulepszyli je, a następnie wdrożyli i wprowadzili na rynek. Xerox miał szansę zrobić dokładnie to samo i nawet próbował tego dokonać, wypuszczając komputer Xerox Star. Okazało się jednak, że maszyna jest toporna, niestarannie wykonana i zbyt droga. W rezultacie całe przedsięwzięcie zakończyło się klęską. Zespół inżynierów i projektantów Apple'a uprościł myszkę komputerową, redukując liczbę jej przycisków do jednego, a także umożliwił przesuwanie za pomocą myszki okien i plików oraz zmianę rozszerzenia pliku poprzez przeciągnięcie jego ikony i „wrzucenie” jej do nowego folderu. Zastosowano też rozwijane menu i stworzono iluzję nakładania się okien.

W styczniu 1983 Apple wprowadził na rynek nowy model pod nazwą Lisa. Zdecydowanie większym powodzeniem cieszył się jednak zaprezentowany rok później Macintosh. Jobs był pewien, że Mac zrewolucjonizuje rynek pecetów, ponieważ był pierwszym komputerem na tyle przyjaznym użytkownikowi, że miało się ochotę zabrać go do domu. Podczas pełnej dramatyzmu publicznej prezentacji nowego modelu Jobs przedefiniował przez pogrążoną w półmroku scenę, po czym z materiałowej torby wyjął Maca. Rozległa się melodia z filmu *Rydwany ognia*, a po ekranie komputera przesunęło się słowo „MACINTOSH”. Poniżej pojawił się dopisek „obłędnie wspaniały!”; wyglądało to tak, jakby niewidzialna ręka powoli kaligrafowała słowa na ekranie. Publiczność oniemiała z wrażenia i dopiero po chwili rozległo się kilka głośnych westchnień. Większość z obecnych na sali osób nigdy nie widziała ani nawet nie wyobrażała sobie czegoś tak spektakularnego. Tymczasem na ekranie zaczęły pojawiać się różne kroje czcionek, dokumenty, wykresy i rysunki, a także gra w szachy oraz arkusz kalkulacyjny. Na koniec wyświetlony został komputerowy portret Steve’a Jobsa z unoszącym się nad głową komiksowym dymkiem, w którym widniał Macintosh. Publiczność nagrodziła ten pokaz owacjami, trwającymi dobre pięć minut¹¹⁰.

Premierze Macintosha towarzyszyła pamiętna reklama telewizyjna, zatytułowana 1984, w której młoda bohaterka umyka ścigającej ją policji, a następnie rzuca młotem w ekran, niszcząc wyświetlany na nim wizerunek Wielkiego Brata. Reklama miała być ciosem wymierzonym w IBM przez buntownika Jobsa. Przewaga była teraz po stronie Apple’a: firma Jobsa wprowadziła dopracowany graficzny interfejs użytkownika, będący milowym krokiem naprzód w dziedzinie interakcji człowieka z komputerami, podczas gdy IBM oraz jego dostawca systemu operacyjnego, Microsoft, w dalszym ciągu używali topornego wiersza poleceń `c:\>`.

Windows

Na początku lat osiemdziesiątych, jeszcze przed premierą Macintosha, Microsoft pozostawał w dobrych stosunkach z Apple'em. W sierpniu 1981 roku, tego samego dnia, w którym IBM zaprezentował światu swój pierwszy komputer osobisty, Gates gościł w siedzibie Apple'a – takie wizyty nie były niczym niezwykłym, zważywszy na fakt, że Microsoft czerpał wówczas większość swoich dochodów z oprogramowania tworzonego na komputer Apple II. W relacji łączącej obie firmy Microsoftowi przypadała póki co rola petenta. W 1981 roku przychody Apple'a osiągnęły kwotę 334 milionów dolarów, a Microsoftu – piętnaście. Jobs chciał, żeby Microsoft napisał nowe wersje swojego oprogramowania na Macintosha, którego projekt wciąż jeszcze utrzymywany był w tajemnicy. Podczas spotkania w sierpniu 1981 roku szef Apple'a postanowił wtajemniczyć Gatesa w swoje plany.

Gates doszedł do wniosku, że koncepcja Macintosha – niedrogiego komputera dla mas, wyposażonego w prosty interfejs graficzny – jest, jak to ujął, „superfajna”. Bardzo zależało mu na tym, by to właśnie Microsoft otrzymał zlecenie na napisanie aplikacji na Maca. Zaprosił więc Jobsa do Seattle. Jobs przeprowadził tam prezentację dla inżynierów Microsoftu, dając przy tym popis swojej charyzmatycznej retoryki w najlepszym wydaniu. Uderzając w lekko metaforyczny ton, roztoczył przed słuchaczami wizję kalifornijskiej fabryki, do której z jednej strony wjeżdżałyby dostawy piasku, czyli podstawowego surowca – krzemu, a z drugiej strony wyjeżdżałyby gotowe „urządzenia informacyjne”, tak proste w obsłudze, że ich użytkownicy nie potrzebowaliby żadnej instrukcji. Ekipa Microsoftu nazwała ten projekt „Sand” (Piasek). Jakiś czas później ktoś wpadł na pomysł, że słowo SAND to całkiem zgrabny akronim od Steve's Amazing New Device (niesamowite nowe urządzenie Steve'a)¹¹¹.

Współpraca z Microsoftem budziła w Jobsie jedną poważną obawę: martwił się, że firma z Seattle może skopiować graficzny interfejs użytkownika. Szef Apple'a miał świetne wyczucie tego, co zdoła poruszyć przeciętnego konsumenta; wyczucie to podpowiadało mu, że zastosowanie

metafory pulpitu oraz nawigacji za pomocą myszki będzie prawdziwym przełomem, który sprawi, że komputer stanie się dla przeciętnego użytkownika naprawdę osobistym urządzeniem. Na konferencji poświęconej tematyce wzornictwa, jaka odbyła się w Aspen w 1981 roku, Jobs w elokwentny sposób dowodził, że ekran komputera wyda się użytkownikowi przyjazny, jeśli tylko użyje się „powszechnie zrozumiałych metafor, takich jak dokumenty rozłożone na blacie biurka”. Obawy o to, że Gates mógłby podkraść pomysł na graficzny interfejs użytkownika, były o tyle paradoksalne, że przecież sam Jobs ukradł ten pomysł Xeroxowi. Jobs wychodził jednak z przekonania, że biznesowa transakcja, jaką zawarł z Xeroxem, dała mu prawo do przywłaszczenia sobie pomysłu podpatrzonego w Xerox PARC. Poza tym Jobs nie tylko go sobie przywłaszczył, ale także ulepszył.

Aby zabezpieczyć własne interesy, Jobs wpisał do kontraktu z Microsoftem specjalną klauzulę, mającą zapewnić Apple’owi co najmniej roczne fory w sprzedaży komputera wykorzystującego graficzny interfejs użytkownika. Klauzula przewidywała, że Microsoft przez pewien czas nie będzie tworzył dla nikogo poza Apple’em żadnego oprogramowania „wykorzystującego mysz komputerową albo manipulator kulkowy” lub inną formę interfejsu graficznego typu „wskaż i kliknij”. Ale tym razem Jobs dał się zwieść swojemu własnemu polu zniekształcenia rzeczywistości. Tak bardzo pragnął, by Macintosh trafił na rynek przed końcem 1982 roku, że w końcu nabrał pewności, że tak właśnie się stanie. W rezultacie zgodził się, by nałożony na Microsoft zakaz obowiązywał jedynie do końca 1983 roku. Jak miało się wkrótce okazać, Macintosh trafił do sprzedaży dopiero w styczniu 1984.

We wrześniu 1981 roku Microsoft rozpoczął potajemnie prace nad nowym systemem operacyjnym, mającym zastąpić DOS-a i bazującym na metaforze pulpitu z oknami, ikonami, myszką i strzałką kursora. Gates zatrudnił Charlesa Simonyi’ego, inżyniera oprogramowania z Xerox PARC, który w przeszłości współpracował z Alanem Kayem przy tworzeniu oprogramowania graficznego na komputer Xerox Alto. W lutym 1982

gazeta „Seattle Times” opublikowała zdjęcie Gatesa i Allena, stojących na tle białej tablicy. Bystrooki czytelnik mógł dostrzec, że oprócz kilku szkiców widniały na niej słowa „Window manager”. Latem Jobs zdał sobie wreszcie sprawę, że rynkowy debiut Macintosha opóźni się i nastąpi nie wcześniej niż pod koniec 1983 roku. Szef Apple’a zaczął popadać w paranoję. Jego lęk wzrósł jeszcze bardziej po tym, jak Andy Hertzfeld, bliski kolega Jobsa, a zarazem inżynier z zespołu pracującego nad Macintoshem, poinformował go, że znajomy z Microsoftu zaczął niedawno zadawać bardzo szczegółowe pytania dotyczące grafiki bitmapowej. „Powiedziałem Steve’owi o swoich podejrzeniach dotyczących tego, że Microsoft zamierza sklonować Maca” – wspominał Hertzfeld¹¹².

Obawy Jobsa ziściły się w listopadzie 1983, dwa miesiące przed premierą Macintosha. Gates zwołał wówczas konferencję prasową w hotelu Palace na Manhattanie i ogłosił, że Microsoft prowadzi prace nad nowym systemem operacyjnym z graficznym interfejsem użytkownika, który będzie przeznaczony na komputer IBM PC oraz jego klony. Dodał też, że system będzie nosił nazwę Windows.

Gates miał do tego pełne prawo – restrykcyjna umowa z Apple’em wygasła z końcem 1983 roku, a Microsoft planował wypuścić Windows na rynek już po tej dacie (ostatecznie okazało się, że ukończenie nawet kiepskiej wersji 1.0 zajęło Microsoftowi tyle czasu, że premiera systemu nastąpiła dopiero w listopadzie 1985 roku). Niemniej jednak Jobs wpadł w furię. Jak powszechnie wiadomo, jego napady wściekłości nie przedstawiały zbyt pięknego widoku. „Ściągnąć mi tu Gatesa, natychmiast!” – polecił jednemu z menedżerów. Gates przyjechał do siedziby Apple’a, jednak wcale nie wyglądał na przestraszonego. „Jobs wezwał mnie, żeby mnie opieprzyć – wspominał później. – Stawiłem się w Cupertino niczym wasal na rozkaz suwerena. Ale oświadczyłem mu bez ogródek, że zamierzamy zrobić Windows. Powiedziałem mu wprost: »Nasza firma stawia na interfejs graficzny«”. W sali konferencyjnej w obecności zdumionych pracowników Apple’a Jobs wrzeszczał na całe gardło: „Okradacie nas! Zaufałem ci, a wy chcecie nas teraz okraść!”¹¹³.

Zazwyczaj bywało tak, że w im większą furję wpadał Jobs, tym spokojniejszy stawał się Gates. Tak było i tym razem. Kiedy Jobs zakończył tyradę, Gates spojrzał na niego, po czym swoim piskliwym głosem wygłosił klasyczną już ripostę: „No cóż, Steve, moim zdaniem można spojrzeć na to z innej perspektywy. Obaj mieliśmy bogatego sąsiada nazwiskiem Xerox. Któregoś dnia włamałem się do jego domu, żeby zwędzić mu telewizor. I wtedy okazało się, że ty zdążyłeś już go ukraść”¹¹⁴.

Jobs do końca swoich dni pozostał wściekły na Gatesa i nigdy nie przestał mieć do niego pretensji. „Najzwyklejniej w świecie nas okradli. Zrobili to, bo Gates nie ma poczucia wstydu” – oświadczył niemal trzydzieści lat później, niedługo przed swoją śmiercią. Kiedy Gates usłyszał te zarzuty, odparł: „Jeśli Steve naprawdę wierzy w to, co mówi, to znaczy, że wpadł we własne pole zniekształcania rzeczywistości”¹¹⁵.

Sprawa trafiła na wokandę, ale sądy kolejnych instancji orzekały zgodnie, że w sensie prawnym racja była po stronie Gatesa. Opinia federalnego sądu apelacyjnego brzmiała: „Interfejsy GUI powstały jako przyjazny dla użytkownika sposób umożliwiający zwykłym śmiertelnikom komunikowanie się z komputerem Apple’a [...] opierają się na metaforze pulpitu z oknami, ikonami i rozwijanymi menu, których obsługa odbywa się na ekranie komputera za pomocą poręcznego urządzenia zwanego myszką”. Ale ten sam sąd orzekł, że „Apple nie może domagać się ochrony patentowej swojej koncepcji graficznego interfejsu użytkownika ani też koncepcji metafory pulpitu”. Ochrona innowacji z zakresu wyglądu i wrażeń jest w zasadzie niemożliwa.

Abstrahując od kwestii prawnych, Jobs miał prawo być zły. Apple wykazał się większą innowacyjnością, wyobraźnią, pomysłowością projektu oraz elegancją wykonania produktu. GUI w wydaniu Microsoftu był zwyczajnie kiepski: okna rozmieszczone były sąsiadująco i nie mogły się na siebie nakładać, a strona graficzna całego systemu prezentowała się tak, jakby była dziełem zgrai zapijaczonych projektantów, kocujących w piwnicy na Syberii.

Mimo to Windows zdołał ostatecznie zdominować rynek – przy czym

stało się tak nie z uwagi na to, że był lepiej zaprojektowany, lecz dzięki lepszemu modelowi biznesowemu Microsoftu. W roku 1990 udział Windows w rynku systemów operacyjnych wynosił 80 procent i ciągle wzrastał, by w roku 2000 osiągnąć poziom 95 procent. Jobs postrzegał sukces Microsoftu jako estetyczną skazę w funkcjonowaniu wszechświata. „Jedyny problem z Microsoftem polega na tym, że nie mają oni za grosz gustu – powiedział. – Nie chodzi mi o jakieś drobiazgi. Mam na myśli to, że nie potrafią wymyślić nic oryginalnego i nie wprowadzają do swoich produktów pierwiastka artyzmu”¹¹⁶.

Głównym powodem sukcesu Microsoftu była gotowość do licencjonowania jego systemu operacyjnego wszystkim chętnym producentom komputerów. Apple postawił natomiast na podejście zintegrowane. Jego sprzęt był ściśle zintegrowany z oprogramowaniem. Jobs był artystą oraz perfekcjonistą – stąd brała się jego obsesja na punkcie kontroli nad produktem oraz chęć wpływania na każdy aspekt wykorzystywania sprzętu przez użytkownika. Podejście Apple’a pozwalało tworzyć piękne produkty, osiągać wyższe zyski i zapewniać użytkownikom bardziej wysublimowane doświadczenia. Podejście Microsoftu pozwalało poszerzyć ofertę dostępnego sprzętu komputerowego. Okazało się też skuteczniejszym sposobem na zwiększenie własnych udziałów w rynku.

Richard Stallman i Linus Torvalds, czyli ruch wolnego i otwartego oprogramowania

Pod koniec 1983 roku, kiedy Jobs przygotowywał się do premierowego pokazu Macintosha, a Gates ogłaszał plany wprowadzenia na rynek systemu Windows, pojawiło się jeszcze jedno podejście do kwestii tworzenia oprogramowania. Jego orędownikiem był Richard Stallman, jeden z fanatycznych programistów spędzających dnie i noce w Laboratorium Sztucznej Inteligencji w MIT, a także członek studenckiego Tech Model Railroad Club. Stallman był hakerem o aparycji

starotestamentowego proroka, mającym fioła na punkcie prawdy i żywiącym głębokie przekonanie, że oprogramowanie powinno być tworzone na zasadzie współpracy i swobodnie rozpowszechniane. Wierzył w moralną słusność takiego postępowania jeszcze żarliwiej niż członkowie Homebrew, kopiujący taśmy, na których zapisany był Microsoft BASIC¹¹⁷.

Na pierwszy rzut oka może się wydawać, że takie podejście stanowi kiepską zachętę do tworzenia wysokiej jakości oprogramowania. Dla Gatesa, Jobsa czy Bricklina motywacją do pracy nie była przecież satysfakcja z nieodpłatnego dzielenia się jej owocami. A mimo to za sprawą mocno zakorzenionego w subkulturze hakerskiej etosu współpracy i wspólnoty ruchy wolnego oraz otwartego oprogramowania stały się popularne i wpływowe.

Urodzony w 1953 roku Stallman dorastał na Manhattanie i już w dzieciństwie przejawiał żywe zainteresowanie matematyką. Jako młody chłopak samodzielnie opanował rachunek różniczkowy. „Matematyka ma sporo wspólnego z poezją – stwierdził później. – Składa się z prawdziwych relacji, prawdziwych kroków, prawdziwych dedukcji i z tego wynika jej piękno”. W przeciwieństwie do swoich szkolnych kolegów, Stallman żywił silną awersję do wszelkiego współzawodnictwa. Kiedy w liceum jeden z nauczycieli podzielił klasę Stallmana na dwie drużyny, które miały rywalizować ze sobą w klasowym quizie, Stallman stanowczo odmówił udzielania odpowiedzi na pytania. „Sama idea rywalizacji budziła we mnie sprzeciw – wyjaśnił później. – Uważałem, że w ten sposób próbuje się nami manipulować, a moi koledzy tej manipulacji się poddali. Wszyscy chcieli pokonać grupę przeciwną, chociaż składała się z ich kolegów i pod tym względem niczym się nie różniła od ich własnej drużyny. Do tego stopnia zależało im na wygranej, że zaczęli się domagać, żebym ja także odpowiadał na pytania. Nie uległem tej presji, bo żadnej z drużyn nie sprzyjałem bardziej”¹¹⁸.

Po liceum Stallman dostał się na Harvard, gdzie jego matematyczne zdolności przeszły do uczelnianej legendy i zapewniły mu uznanie największych matematycznych czempionów. W czasie letnich przerw

międzysemestralnych, a także po ukończeniu studiów na Harvardzie Stallman pracował w Laboratorium Sztucznej Inteligencji MIT, oddalonym o dwa przystanki metra od campusu w Cambridge. W MIT pomógł rozbudować makietę kolejową, skonstruowaną przez studentów z Tech Model Railroad Club, napisał program usprawniający współdziałanie komputerów PDP-11 i PDP-10, a także zachwyił się panującą na uczelni kulturą współpracy. „Stałem się członkiem funkcjonującej od wielu lat społeczności, która dzieliła się oprogramowaniem – opowiadał. – Gdy osoba z innej uczelni albo z jakiejś firmy chciała przenieść jeden z naszych programów na swoją platformę i zacząć go używać, zawsze chętnie to umożliwialiśmy. Nie odmawialiśmy żadnej prośbie o dostęp do kodu źródłowego”¹¹⁹.

Jak przystało na porządnego hakera, Stallman buntował się przeciw wszelkim odgórnie nakładanym ograniczeniom dostępu i zamkniętym drzwiom. Razem z kolegami wymyślił wiele sposobów na włamywanie się do zamkniętych gabinetów, w których znajdowały się „zakazane” terminale. Specjalnością Stallmana stały się eskapady po podwieszanych sufitach: po dotarciu nad zamknięte pomieszczenie Stallman odsuwał płytę sufitową umieszczoną jak najbliżej drzwi, a następnie opuszczał na dół długi pasek taśmy magnetycznej, na którego końcu przymocowana była kula z taśmy izolacyjnej. Klejąca kula przywierała do klamki, umożliwiając otwarcie drzwi. Kiedy administracja MIT utworzyła bazę danych użytkowników uczelnianego laboratorium komputerowego oraz wprowadziła system ochrony danych za pomocą indywidualnych haseł, Stallman postanowił się temu sprzeciwić i namawiał do tego samego swoich kolegów. „Pomysł ograniczania dostępu wydał mi się odrażający, dlatego podczas procedury ustalania mojego indywidualna hasła nie wpisałem do elektronicznego formularza żadnych znaków i tym samym wprowadziłem do systemu puste hasło”. Jakiś czas później jeden z wykładowców zagroził, że uczelnia może skasować z komputera katalog z plikami Stallmana. Stallman odparł, że taka decyzja byłaby wysoce niefortunna, ponieważ w jego katalogu znajduje się część zasobów systemu operacyjnego¹²⁰.

Niestety dla Stallmana, na początku lat osiemdziesiątych społeczność hakerska w MIT zaczęła się kruszyć. Dyrekcja uczelnianego laboratorium kupiła nowy komputer z podziałem czasu pracy procesora pomiędzy użytkowników; za dzielenie czasu pracy odpowiadał system operacyjny chroniony przez prawo autorskie. „Żeby dostać kopię pliku wykonywalnego, musieliśmy podpisać specjalną umowę z klauzulą poufności – biadolił Stallman. – To oznaczało, że pierwszą rzeczą, jaką należało zrobić przed skorzystaniem z komputera, było złożenie obietnicy nieudzielania pomocy bliźnim. Wspólnota oparta na współpracy została zakazana”¹²¹.

Wielu kolegów Stallmana nie tylko nie zamierzało buntować się przeciwko nowym porządkom, więcej: zatrudnili się w komercyjnych firmach programistycznych – między innymi w Symbolics, firmie wyrosłej z laboratorium MIT – gdzie zarabiali duże pieniądze na niedzieleniu się oprogramowaniem. Stallman, który nierzadko nocował w swoim uczelnianym gabinecie i wyglądał tak, jakby ubierał się w sklepach z używaną odzieżą, nie akceptował takiego powodowanego chęcią zysku postępowania i uważał ich za zdrajców. Czara goryczy przełała się wkrótce po tym, jak Xerox sprezentował Laboratorium Sztucznej Inteligencji nową drukarkę laserową. Stallman zamierzał zmodyfikować oprogramowanie drukarki w taki sposób, by w razie zaklinowania się papieru wysyłała ona informację o awarii do wszystkich użytkowników korzystających z wewnętrznej sieci komputerowej laboratorium. Kiedy jednak poprosił jednego z kolegów o udostępnienie kodu źródłowego oprogramowania drukarki, spotkał się z odmową. Kolega oświadczył, że nie może spełnić jego prośby, ponieważ podpisał umowę zabraniającą udostępniania kodu osobom postronnym. Stallman był oburzony.

Wszystkie te wydarzenia przyczyniły się do tego, że Stallman jeszcze bardziej upodobił się do współczesnej wersji Jeremiasza, potępiającego wszelkie przejawy bałwochwalstwa i wygłaszającego kazania ze swojej własnej księgi Lamentacji. „Niektórzy porównują mnie do starotestamentowego proroka, a to dlatego, że prorocy Starego Testamentu

często potępiali pewne społeczne praktyki. W sprawach moralności nie uznawali żadnych kompromisów” – powiedział Stallman¹²². On również nie zamierzał iść na żaden kompromis. Twierdził, że oprogramowanie chronione prawem własności jest „złe”, ponieważ „wymaga od ludzi zgody na niedzielenie się, przez co zamienia relacje społeczne w coś obrzydliwego”. Doszedł też do wniosku, że jedynym sposobem na odparcie i pokonanie sił zła jest tworzenie wolnego oprogramowania.

Stallman był zdegustowany egoizmem, który w dobie rządów Reagana zaczął trawić amerykańskie społeczeństwo, a zwłaszcza środowisko przedsiębiorców z branży oprogramowania. W roku 1982 postanowił stworzyć system operacyjny, który byłby wolny i nieobjęty żadnymi prawami własności. Aby mieć pewność, że MIT nie będzie rościć sobie praw do tego programu, Stallman zwolnił się z pracy w Laboratorium Sztucznej Inteligencji; jego szef okazał się na szczęście na tyle wyrozumiały, że pozwolił mu zachować klucz i w dalszym ciągu korzystać z pracowni komputerowej. Stallman uznał, że jego oprogramowanie powinno być podobne do systemu UNIX i kompatybilne z nim. UNIX został opracowanym w 1971 roku przez naukowców z Bell Labs i używano go na większości amerykańskich uniwersytetów; zdobył także sporą popularność wśród hakerów. Wymyślając nazwę dla swojego systemu, Stallman wykazał się wyrafinowanym programistycznym poczuciem humoru i nazwał go GNU, co stanowiło rekurencyjny akronim angielskiego zdania: „GNU’s Not UNIX” (GNU to nie UNIX).

W 1985 roku w marcowym numerze „Dr. Dobb’s Journal” (miesięcznika redagowanego przez osoby związane wcześniej z Homebrew Computer Club oraz biuletynem „People’s Computer Company”) opublikowany został manifest Richarda Stallmana. „Uważam, że Złota Zasada wymaga, bym dzielił się z innymi każdym programem, który spodobał się mnie i który podoba się im. Tymczasem sprzedawcy oprogramowania chcą podzielić użytkowników i zdobyć nad nami przewagę, zmuszając nas, żebyśmy zobowiązali się do niedzielenia się oprogramowaniem z innymi. Nie zgadzam się na takie wyrzeczenie się solidarności z innymi użytkownikami.

[...] Kiedy powstanie system operacyjny GNU, każdy użytkownik będzie mógł cieszyć się nieograniczonym dostępem do dobrego oprogramowania systemowego, tak jak może cieszyć się nieograniczonym dostępem do powietrza”¹²³.

Nazwa ruchu wolnego oprogramowania była niezbyt precyzyjna i mogła budzić wątpliwości, wynikające z dwuznaczności angielskiego słowa „free” (oznaczającego zarówno „swobodny”, jak i „darmowy”). Stallman nie zamierzał upierać się przy tym, że każde oprogramowanie powinno być dostępne bezpłatnie; chodziło mu jedynie o uwolnienie użytkowników od nakładanych na nich ograniczeń. Wielokrotnie to zresztą wyjaśniał: „Kiedy określamy oprogramowanie mianem »wolnego« (»free«), chodzi nam o poszanowanie podstawowych wolności użytkownika. Wolności do używania programu, wolności do jego poznawania i modyfikowania, a także wolności do jego dalszego rozpowszechniania, zarówno w zmodyfikowanej, jak i oryginalnej postaci. Chodzi o wolność, a nie o cenę, dlatego właściwym skojarzeniem będzie w tym przypadku »swoboda wypowiedzi« (»free speech«), a nie »darmowe piwo« (»free beer«)”.

Ruch wolnego oprogramowania był dla Stallmana czymś więcej niż tylko sposobem na tworzenie programów na zasadzie partnerskiej współpracy; miał przyczyniać się do budowania dobrego społeczeństwa zgodnie z moralnym imperatywem. Stallman twierdził, że promowane przez ruch zasady „leżą nie tylko w interesie indywidualnego użytkownika, ale także społeczeństwa jako całości, ponieważ promują społeczną solidarność oraz takie postawy, jak współdzielenie i współpraca”¹²⁴.

Stallman postanowił usystematyzować głoszone przez siebie zasady i opracował General Public License (Powszechną Licencję Publiczną) GNU; zgodnie z sugestią jednego ze swoich przyjaciół wprowadził do niej pojęcie „copyleft”, oznaczające odwrotność zastrzeżenia praw autorskich. Sednem Powszechnej Licencji Publicznej było przyznanie każdemu „prawa do uruchomienia, kopiowania i modyfikowania programu, a także rozpowszechniania jego zmodyfikowanych wersji – ale bez przyznawania

komukolwiek prawa do wprowadzania własnych, dodatkowych obostrzeń”¹²⁵.

Stallman osobiście napisał pierwsze elementy GNU, w tym między innymi edytor tekstu oraz kompilator. Uwagę zwracał jednak brak pewnego kluczowego składnika. „A co z jądrem systemu?” – zapytał dziennikarz magazynu „Byte” podczas wywiadu przeprowadzonego ze Stallmanem w 1986 roku. Jądro to podstawowa część systemu operacyjnego, która odbiera zgłaszane przez aplikacje żądania dostępu do zasobów i przekształca je w instrukcje trafiające do jednostki centralnej komputera. „Zanim zabiorę się do pracy nad jądrem, muszę najpierw dokończyć kompilator – odparł Stallman. – Będę też musiał opracować na nowo układ systemu plików”¹²⁶.

Z rozmaitych powodów Stallman wciąż nie był w stanie stworzyć działającego jądra systemu. W roku 1991 okazało się, że jądro jest wreszcie gotowe. Ku ogólnemu zaskoczeniu nie było ono jednak dziełem ani Stallmana, ani jego Free Software Foundation (Fundacji Wolnego Oprogramowania), tylko pewnego dwudziestojednoletniego wiecznie uśmiechniętego szwedzkojęzycznego Fina studiującego na Uniwersytecie Helsińskim. Nazywał się Linus Torvalds.

Ojciec Linusa Torvaldsa był członkiem partii komunistycznej i dziennikarzem telewizyjnym; matka, w młodości aktywistka radykalnych ruchów studenckich, pracowała jako dziennikarka prasowa. Mimo to dorastający w Helsinkach Linus znacznie bardziej interesował się technologią niż polityką¹²⁷. Opisując samego siebie, stwierdził, że był „dobry z matematyki i dobry z fizyki, za to kompletnie nieporadny w sprawach towarzyskich”; dodał też, że był nerdem „na długo przed tym, zanim zaczęto dostrzegać w tym coś pozytywnego”¹²⁸. Zwłaszcza w Finlandii.

Mając jedenaście lat, Torvalds dostał od swojego dziadka, profesora statystyki, używany egzemplarz jednego z pierwszych komputerów osobistych – Commodore Vic 20 – i zaczął pisać własne programy w BASIC-u. Jeden z nich ku uciesze jego młodszej siostry raz po raz

wyświetlał na ekranie monitora zdanie: „Sara jest najlepsza”. „Byłem zachwycony, kiedy odkryłem, że z komputerami jest jak z matematyką: można wymyślić sobie własny świat, rządzący się swoimi prawami” – wspominał.

Puszczał mimo uszu namowy ojca, który chciał, żeby syn nauczył się grać w koszykówkę. Linus wolał uczyć się programowania w języku maszynowym, czyli tworzenia rozkazów w postaci liczbowej, wykonywanych bezpośrednio przez procesor komputera; znajomość kodu maszynowego pozwalała mu cieszyć się „poczuciem intymnego związku z maszyną”. Torvalds stwierdził później, że miał szczęście, ponieważ mógł uczyć się języka assemblera oraz kodu maszynowego na bardzo prostym sprzęcie. „W tamtych czasach komputery były mniej skomplikowane i dzięki temu lepiej nadawały się dla nerdowatych dzieciaków takich jak ja, bo mogliśmy bez przeszkód przy nich majstrować”¹²⁹. Z biegiem czasu komputery, podobnie jak samochody, stały się zbyt skomplikowane, by można było samodzielnie rozłożyć je na czynniki pierwsze, a następnie ponownie zmontować.

Po zapisaniu się na Uniwersytet Helsiński i odbyciu rocznej służby wojskowej Torvalds nabył nowy komputer: klon IBM-a z procesorem Intel 386 oraz systemem operacyjnym MS-DOS. Dzieło Gatesa i spółki nie przypadło jednak Torvaldsowi do gustu. Początkowo zamierzał zastąpić je systemem UNIX, który polubił podczas pracy na uczelnianych komputerach typu mainframe. Niestety, UNIX kosztował pięć tysięcy dolarów, a do tego nie był przystosowany do działania na komputerach domowych. Torvalds zaczął więc szukać innego rozwiązania.

Przeczytał książkę o systemach operacyjnych napisaną przez Andrew Tanenbauma, profesora informatyki z Amsterdamu i twórcę systemu MINIX, czyli przeznaczonego do celów dydaktycznych klonu UNIX-a. Torvalds w swoim domowym komputerze postanowił zastosować MINIX-a. Uiscił opłatę licencyjną wynoszącą 169 dolarów („Cena wydawała mi się wtedy skandalicznie wysoka”), po czym zainstalował zajmujący szesnaście dyskietek system i zaczął go modyfikować, dopasowując do własnych

potrzeb.

Pierwszym stworzonym przez niego dodatkiem był emulator terminalu, umożliwiający łączenie się z uniwersyteckim komputerem mainframe. Pisząc ten program, Torvalds posługiwał się wyłącznie językiem asemblera; dzięki programowaniu „na poziomie czysto sprzętowym” nie musiał zdawać się na MINIX-a. Do pisania kodu zabrał się późną wiosną 1991 roku. Słońce obudziło się akurat z zimowego snu i wszyscy zaczęli spędzać coraz więcej czasu na świeżym powietrzu. Wszyscy z wyjątkiem Torvaldsa: „Wkładałem szlafrok i całymi dniami przesiadywałem zgarbiony nad swoim niezbyt urodziwym nowym komputerem. Opuszczałem też grube czarne rolety, żeby chronić się przed światłem słonecznym”.

Kiedy podstawowa wersja emulatora była już gotowa, Torvalds postanowił dodać do niego funkcje umożliwiające ładowanie i ściąganie plików – w tym celu stworzył sterownik dysku oraz sterownik systemu plików. „Kiedy się z tym uporałem, stało się dla mnie jasne, że mój projekt jest na prostej drodze do tego, by stać się systemem operacyjnym” – wspominał. Inaczej mówiąc, tworzony przez Torvaldsa pakiet oprogramowania mógł posłużyć jako jądro unixopodobnego systemu operacyjnego. „Siedziałem w wytartym szlafroku i próbowałem sklecić emulator terminalu z paroma dodatkowymi funkcjami. W pewnym momencie zdałem sobie jednak sprawę, że program ma już tyle różnych funkcji, że zaczyna przypominać nowy system operacyjny w powijakach”. Torvalds wymyślił setki „wywołań systemowych”, dzięki którym system UNIX mógł wymuszać na komputerze wykonywanie podstawowych operacji, takich jak „otwórz”, „zamknij”, „czytaj” lub „zapisz”; napisał też programy umożliwiające odpowiednią implementację wywołań usług systemowych. W tamtym czasie Torvalds wciąż jeszcze mieszkał razem z matką i siostrą. Jego modem notorycznie blokował linię telefoniczną, co prowadziło do częstych kłótni z Sarą, która chciała prowadzić normalne życie towarzyskie. „Przez niego nikt nie mógł się do nas dodzwonić” – skarżyła się później¹³⁰.

Torvalds zamierzał nazwać swoje nowe oprogramowanie „Freax”, by

wywoływać skojarzenia ze słowami „free”, „freaks” (dziwolągi) oraz „UNIX”. Taka nazwa nie spodobała się jednak administratorowi serwera FTP, dlatego Torvalds zdecydował się na nazwę „Linux”, której brzmienie przypominało wymowę jego własnego imienia¹³¹. „Początkowo nie chciałem nazywać swojego programu w taki sposób, bo wydawało mi się to za bardzo egocentryczne” – stwierdził. Później jednak przyznał się do czegoś. Przez tyle lat żył jako nerdowaty odludek, że w jakiejś mierze ucieszył się ze zdobytego uznania – dlatego ostatecznie nie żałował, że wybrał taką właśnie nazwę¹³².

Wczesną jesienią 1991 roku, kiedy w Helsinkach ponownie zaczęło ubywać słońca, Torvalds dysponował już gotowym szkieletem swojego systemu, liczącego wówczas 10 tysięcy linii kodu^{vi}. Zamiast próbować go sprzedać, postanowił udostępnić go nieodpłatnie wszystkim chętnym. Nieco wcześniej wybrał się z kolegą na wykład Richarda Stallmana, który niczym wędrowny kaznodzieja podróżował po całym świecie i propagował doktrynę wolnego oprogramowania. Torvaldsowi daleko było jednak do miana gorliwego wyznawcy głoszonego przez Stallmana dogmatu: „To, co usłyszałem na tamtym wykładzie, nie wpłynęło w jakimś większym stopniu na moje ówczesne życie. Interesowała mnie technika, a nie polityka. O polityce nasłuchiwałem się wystarczająco dużo we własnym domu”¹³³. Torvalds dostrzegał pewne praktyczne zalety podejścia propagowanego przez Stallmana, jednak decyzja, by uczynić Linuxa programem ogólnodostępnym, nie była wyborem filozoficznym. Torvalds zdał się po prostu na instynkt, który podpowiadał mu, że użytkownicy systemu mogą przyczynić się do jego ulepszania.

5 października 1991 Torvalds zamieścił na forum grupy dyskusyjnej użytkowników MINIX-a następującą wiadomość: „Czy nie tęsknicie za czasami, gdy mężczyźni byli mężczyznami i sami pisali swoje sterowniki sprzętowe? Pracuję nad darmową wersją minixopodobnego systemu dla komputerów z procesorem AT-386. Na obecnym etapie program nadaje się już do użytku (choć może się okazać, że jest inaczej, w zależności od tego, jakie są wasze oczekiwania). Zamierzam też udostępnić jego kod

źródłowy”¹³⁴.

„Nie wahalem się, czy wysłać tę wiadomość – wspominał później Torvalds. – Taka forma wymieniania się programami nie była dla mnie niczym nowym”. W komputerowym świecie istniała (i nadal istnieje) dobrze rozwinięta kultura shareware’u, w ramach której użytkownicy wysyłają drobne dobrowolne datki twórcom pobranych przez siebie programów. „Dostawałem e-maile od ludzi, którzy chcieli przysłać mi na przykład trzydzieści dolarów” – opowiadał Torvalds, który w tamtym czasie wciąż jeszcze miał do spłacenia pięć tysięcy dolarów kredytu studenckiego; co miesiąc musiał też wysupływać pięćdziesiąt dolarów, bo tyle wynosiła rata pożyczki, jaką zaciągnął na zakup komputera. Mimo to zamiast przyjmować datki od użytkowników Linuxa, poprosił ich jedynie o przysyłanie mu kartek pocztowych – i już wkrótce zaczął otrzymywać masę pocztówek z najróżniejszych zakątków świata. „W naszym domu odbieraniem poczty zajmowała się zwykle Sara, która nagle odkryła, że jej starszy, kłótlivy brat otrzymuje korespondencję od nowych znajomych z całego świata – wspominał Torvalds. – To chyba wtedy po raz pierwszy uświadomiła sobie, że przez te wszystkie godziny, kiedy blokowałem naszą linię telefoniczną, zajmowałem się czymś pożytecznym”.

Jego decyzja o nieprzyjmowaniu pieniędzy od użytkowników Linuxa miała kilka różnych przyczyn. Jedną z nich była, jak sam przyznał, chęć pozostania wiernym rodzinnej spuściźnie:

Miałem poczucie, że podążam śladami wielu pokoleń naukowców i uczonych, którzy w swojej pracy opierali się na fundamentach położonych przez innych. [...] Poza tym zależało mi na otrzymywaniu opinii użytkowników (no dobrze, przyznaję, że byłem też łasy na pochwały). Uważałem, że nie powinienem pobierać opłat od ludzi, którzy mogli mi pomóc w ulepszaniu tego, co stworzyłem. Prawdopodobnie moje podejście byłoby inne, gdybym nie wychował się w Finlandii, gdzie na każdego, kto przejawia najmniejsze nawet oznaki chciwości, patrzy się z podejrzliwością, a nawet z niechęcią.

Z pewnością byłbym też mniej skłonny do rezygnacji z przyjmowania pieniędzy, gdyby nie wpływ, jaki wywarł na mnie mój dziadek, żarliwy naukowiec, a także mój ojciec, równie żarliwy komunista.

„Chciwość to nic dobrego” – twierdził Torvalds. Dzięki takiej postawie stał się kimś w rodzaju ludowego bohatera, idealnym kandydatem na anty-Gatesa, którego można było wynosić pod niebiosa na komputerowych konwencjach i umieszczać na okładkach komputerowych magazynów. Torvalds był wystarczająco samokrytyczny, by przyznać, że to powszechne uwielbienie sprawiało mu przyjemność; nie krył też, że tak naprawdę jest nieco większym egoistą, niż wyobrażają to sobie jego wielbicieli. „Nigdy nie byłem bezinteresownym cudownym dzieckiem techniki, jakie próbowali zrobić ze mnie oderwani od rzeczywistości dziennikarze” – stwierdził¹³⁵.

Torvalds zdecydował się na objęcie Linuxa Powszechną Licencją Publiczną GNU nie dlatego, że w pełni zgadzał się z ideologią Stallmana (a także własnych rodziców). Uważał po prostu, że udostępnienie hakerom z całego świata kodu źródłowego umożliwi podjęcie zbiorowego wysiłku, który doprowadzi do powstania naprawdę znakomitego oprogramowania. „Powody, dla których udostępniłem Linuxa, były w gruncie rzeczy dość egoistyczne – wyznał. – Nie miałem ochoty zajmować się pewnymi elementami systemu operacyjnego, które wydawały mi się uciążliwymi pierdołami. Chciałem, żeby ktoś mnie w tym wyręczył”¹³⁶.

Instynkt go nie zawiódł. Udostępnienie kodu źródłowego Linuxa wywołało potężną falę dobrowolnej, partnerskiej współpracy; był to modelowy przykład wspólnej działalności produkcyjnej, stanowiącej motor napędowy innowacji w epoce cyfrowej¹³⁷. Jesienią 1992 roku, po dwunastu miesiącach od udostępnienia przez Torvaldsa pierwszej wersji jądra, do grupy dyskusyjnej poświęconej Linuxowi należały już dziesiątki tysięcy ludzi. Rzesze bezinteresownych współpracowników wprowadziły do Linuxa liczne ulepszenia, w tym między innymi interfejs graficzny przypominający ten z systemu Windows czy też narzędzia umożliwiające

łączenie komputerów w sieci. Można było mieć pewność, że za każdym razem gdy w oprogramowaniu pojawi się błąd, znajdzie się ktoś, kto zajmie się jego usunięciem. Eric Raymond, jeden z najważniejszych teoretyków ruchu otwartego oprogramowania, sformułował w swojej książce *The Cathedral and the Bazaar* (*Katedra i bazar*) tak zwane prawo Linusa: „Im więcej oczu, tym łatwiej dostrzec i usunąć bugi”¹³⁸.

Współdzielenie zasobów i kolektywny model współpracy nie były zjawiskami nowymi. Biologia ewolucyjna od dawna próbowała znaleźć odpowiedź na pytanie, co skłania ludzi, a także przedstawicieli wielu innych gatunków, do podejmowania bezinteresownej, jak się wydaje, współpracy. Tradycje dobrowolnego stowarzyszania się istniały we wszystkich społecznościach, ale szczególnie silne były w rodzącym się społeczeństwie amerykańskim, czego dowód stanowiła mnogość wspólnych inicjatyw, poczynając od tak zwanych quilting bees (pikujące pszczołki), czyli towarzyskich spotkań kobiet, których uczestniczki spędzały czas na pogawędkach i szyciu patchworków, aż po różne formy sąsiedzkiej samopomocy. Jak stwierdził Alexis de Tocqueville, „Ameryka jest krajem, w którym najlepiej wykorzystano ideę stowarzyszeń”¹³⁹. Benjamin Franklin w *Żywocie własnym* zawarł obywatelskie credo, którego naczelną zasadą brzmiała: „Tworzenie korzyści dla dobra wspólnego jest rzeczą wspaniałą”. Rezultatem takich przekonań Franklina było jego zaangażowanie w tworzenie dobrowolnych stowarzyszeń, mających na celu założenie szpitala i biblioteki, zorganizowanie milicji, ekipy czyścicieli ulic, straży ogniowej oraz nocnej, a także realizację wielu innych przedsięwzięć na rzecz wspólnoty.

Przykład społeczności hakerskiej skupionej wokół GNU i Linuxa pokazywał, że w przypadku podejmowania decyzji o zaangażowaniu się w dobrowolną współpracę bodźce emocjonalne mogą odgrywać większą rolę niż korzyści finansowe. „To wcale nie pieniądze stanowią najsilniejsze źródło motywacji – stwierdził Torvalds. – Ludzie dają z siebie wszystko wtedy, gdy kieruje nimi pasja i gdy robią coś, co sprawia im przyjemność.

Ta zasada sprawdza się w odniesieniu do dramatopisarzy, rzeźbiarzy czy przedsiębiorców. Z informatykami jest dokładnie tak samo”. Oczywiście pewną rolę odgrywają również korzyści osobiste. „Hakerów w znacznym stopniu motywuje uznanie ze strony środowiska. Zdobywają je, wnosząc istotny wkład we współpracę. [...] Każdy chce zaimponować osobom ze swojego kręgu, poprawić reputację, podnieść status w grupie. Programiści mogą to osiągnąć, uczestnicząc w tworzeniu otwartego oprogramowania”.

Gates w swoim „Liście otwartym do hobbystów” uskarżał się na nielegalne udostępnianie Microsoft BASIC-a i pytał: „Kto może sobie pozwolić na wykonywanie profesjonalnej pracy bez wynagrodzenia?”. Torvalds nie rozumiał takiej postawy, być może dlatego, że wywodził się z całkowicie odmiennego kręgu kulturowego. Wychował się w komunizującym, radykalnym środowisku akademickim Helsinek, podczas gdy rodzina Gatesów należała do korporacyjnej elity Seattle. Koniec końców Gates dorobił się większego domu, za to Torvalds zdobył uznanie niechętnych establishmentowi kontestatorów. „Dziennikarzom najwyraźniej podobało się to, że w przeciwieństwie do Gatesa nie mieszkalem w naszpikowanej nowoczesną techniką posiadłości nad jeziorem, tylko w trzypokojowym parterowym domku w Santa Clara, gdzie codziennie potykałem się o porozrzucane na podłodze zabawki mojej córki i użerałem ze szwankującą instalacją wodno-kanalizacyjną – powiedział z przekąsem Torvalds. – W dodatku jeździłem nudnym Pontiakiem i sam odbierałem wszystkie telefony. Czy można było mnie nie kochać?”

Torvalds opanował do perfekcji przydatną w epoce cyfrowej umiejętność bycia liderem ogromnej, zdecentralizowanej i pozbawionej hierarchii grupy współpracujących ze sobą ludzi; mniej więcej w tym samym czasie podobnej sztuki dokonał Jimmy Wales, współzałożyciel Wikipedii. Najważniejszą zasadą, jakiej powinien przestrzegać w takiej sytuacji lider, jest przyjęcie punktu widzenia inżyniera i podejmowanie decyzji wyłącznie na podstawie kryteriów technicznych, a nie z pobudek osobistych. „Właśnie w ten sposób zdobywałem zaufanie – wyjaśnił Torvalds. – Kiedy ludzie ci ufają, zaczynają słuchać twoich rad”. Szybko zdał sobie również sprawę

z tego, że liderzy projektów opartych na zasadzie dobrowolnej współpracy powinni starać się zarażać pozostałych uczestników swoją pasją, zamiast rozstawiać ich po kątach. „Najlepszy i najbardziej efektywny sposób kierowania polega na tym, by pozwolić ludziom działać, ponieważ oni sami tego chcą, a nie dlatego, że wy tego chcecie”. Dobry lider wie, jak zachęcić grupę do samoorganizacji. Jeśli mu się to uda, to w sposób naturalny wyłoni się struktura zarządzania projektem, którą zaakceptują wszyscy jego uczestnicy, tak jak miało to miejsce w przypadku Linuxa czy Wikipedii. „Wiele osób zdumiewa fakt, że model otwartego oprogramowania naprawdę działa – zauważył Torvalds. – Ale ludzie uczestniczący w projekcie wiedzą, kto jest naprawdę aktywny i komu mogą ufać. Dzięki temu wszystko funkcjonuje, jak należy. Nie potrzeba żadnych głosowań, żadnych rozkazów i żadnych raportów”¹⁴⁰.

Połączenie GNU i Linuxa stanowiło, przynajmniej teoretycznie, zwycięski koniec krucjaty prowadzonej przez Richarda Stallmana. Ale prorocy moraliści rzadko pozwalają sobie na świętowanie zwycięstw. Stallman był purystą, czego nie można było powiedzieć o Torvaldsie. Jądro Linuxa, które Torvalds ostatecznie wprowadził do dystrybucji, zawierało binarne kleksy w postaci elementów chronionych prawem autorskim. Ten problem można było jednak łatwo rozwiązać – i rzeczywiście, kierowana przez Stallmana Fundacja Wolnego Oprogramowania stworzyła stuprocentowo wolną i niezastrzeżoną wersję systemu. Stallman miał jednak poważniejszy problem natury emocjonalnej. Narzekał, że niemal wszyscy błędnie określają nowy system operacyjny mianem „Linuxa”, podczas gdy Linux był po prostu nazwą jądra. Stallman upierał się, że system jako całość powinien nosić nazwę GNU/Linux. Był do tego stopnia przewrażliwiony na tym punkcie, że czasem puszczały mu nerwy. Któregoś razu na targach oprogramowania pewien stremowany czternastolatek zagadnął go o Linuxa. „Naskoczyłeś na tamtego chłopca i niewiele brakowało, a skopałbyś mu tyłek. Zobaczyłem ogromne rozczarowanie malujące się na jego twarzy. W jednej chwili stracił całe uwielbienie, jakie miał dla ciebie i dla naszej

sprawy” – beształ później Stallmana świadek tamtej sceny¹⁴¹.

Stallman upierał się też, że celem ruchu powinno być tworzenie tak zwanego wolnego oprogramowania (free software); termin ten podkreślał moralny imperatyw dzielenia się stworzonym oprogramowaniem. Jednocześnie Stallman sprzeciwiał się określeniu „oprogramowanie z otwartym kodem źródłowym” („open-source software”), stosowanemu przez Torvaldsa oraz Raymonda i kładącemu nacisk na pragmatyczny cel w postaci zachęcania ludzi do współpracy i bardziej efektywnego tworzenia oprogramowania. W praktyce większość wolnego oprogramowania to zarazem oprogramowanie otwarte – i na odwrót – przez co bardzo często zalicza się je do jednej, wspólnej kategorii określanej mianem „wolnego i otwartego oprogramowania” („free and open-source software”). Dla Stallmana ważny był jednak nie tylko sposób, w jaki oprogramowanie jest tworzone, ale także motywacje, jakimi kierują się jego twórcy. Uważał, że bez uwzględnienia tych motywacji cały ruch sprzeniewierzyłby się swoim ideałom i naraziłby się na zepsucie.

Spory wykraczały poza kwestie merytoryczne i pod pewnymi względami nabierały charakteru ideologicznego. Stallman był fanatycznie oddany idei moralnej czystości i absolutnie nieugięty w swoich przekonaniach. Stwierdził z ubolewaniem, że „każdy, kto zachęca dziś do idealizmu, napotyka poważną przeszkodę: jest nią panująca obecnie ideologia, która zachęca ludzi do odrzucenia idealizmu jako »niepraktycznego«”¹⁴². Torvalds, jak przystało na inżyniera, był praktyczny do szpiku kości. „Stoję na czele pragmatyków – powiedział. – Idealiści zawsze mnie intrygowali, ale zarazem wydawali mi się nieco nudnawi i szurnięci”¹⁴³.

Torvalds przyznał, że „nie jest wielkim fanem” Stallmana, i dodał: „Nie przepadam za ludźmi myślącymi jednotorowo i nie uważam, żeby ci, którzy próbują nam wmówić, że świat jest czarno-biały, byli szczególnie sympatyczni albo pożyteczni. Prawda jest taka, że wszystkie problematyczne zagadnienia mają więcej niż tylko dwie strony; niemal zawsze istnieje wiele różnych punktów widzenia, a właściwa odpowiedź na każde poważne pytanie brzmi: »to zależy«”¹⁴⁴. Torvalds był też zdania, że

nie ma niczego zdrożnego w zarabianiu pieniędzy na oprogramowaniu z otwartym kodem źródłowym. „W open-source chodzi o to, by wszyscy chętni mogli się zaangażować. Dlaczego mielibyśmy wykluczać z tego grona biznes, który w tak znacznym stopniu napędza nasz postęp technologiczny?”¹⁴⁵ Oprogramowanie może i chce być wolne, ale ci, którzy je piszą, pragną wykarmić swoje dzieci i wynagrodzić swoich inwestorów.

Wszystkie te spory nie powinny jednak przysłaniać faktu, że Stallmanowi, Torvaldowski i tysiącom współpracujących z nimi osób udało się osiągnąć coś niezwykłego. Połączenie GNU i Linuxa pozwoliło stworzyć system, który trafił na więcej platform sprzętowych (poczynając od dziesięciu największych superkomputerów na świecie, a na telefonach komórkowych z wbudowanymi systemami kończąc) niż jakikolwiek inny system operacyjny w historii. „Linux był czymś wywrotowym – napisał Eric Raymond. – Kto by się spodziewał, że dzięki wysiłkom kilku tysięcy rozproszonych po całej planecie programistów, połączonych jedynie cienkimi przewodami sieci internetowej i hakujących w wolnych chwilach, powstanie w niemal magiczny sposób światowej klasy system operacyjny?”¹⁴⁶ Linux stał się nie tylko doskonałym systemem, ale także modelowym przykładem współpracy w ramach partnerskiej wspólnoty, na którym wzorowano się w innych dziedzinach, między innymi podczas prac nad przeglądarką Mozilla Firefox albo przy tworzeniu treści Wikipedii.

W latach dziewięćdziesiątych współistniało kilka różnych modeli rozwoju i dystrybucji oprogramowania. Model przyjęty przez firmę Apple zakładał, że system operacyjny będzie udostępniany użytkownikom wyłącznie w pakiecie ze sprzętem – tak było zarówno w przypadku Macintosha, jak i iPhone’a, a także w przypadku każdego innego iProduktu. Było to podejście zapewniające przede wszystkim łatwość użytkowania. Odmienne model zastosował Microsoft, oferując system operacyjny bez sprzętu komputerowego. Dzięki temu użytkownicy zyskiwali większe możliwości wyboru. Trzeci model, preferowany przez twórców wolnego i otwartego oprogramowania, zapewniał swobodny dostęp do oprogramowania, a także możliwość jego modyfikowania przez każdego

użytkownika. Każdy z tych modeli ma swoje zalety, każdy w specyficzny dla siebie sposób pobudza kreatywność i każdy posiada swoich proroków oraz zagorzałych zwolenników. Najlepsze rezultaty przynosi jednak koegzystencja wszystkich trzech modeli, a także rozmaitych form pośrednich, będących kombinacją elementów otwartych i zamkniętych, oferowanych łącznie i osobno, wolnych i zastrzeżonych. Różne podejścia, reprezentowane przez Windows i Maca, UNIX-a i Linuxa, iOS i Androida, rywalizowały ze sobą przez dziesięciolecia, ale także wzajemnie się inspirowały. Ich współistnienie stanowiło jednocześnie gwarancję, że żaden model nie stanie się na tyle dominujący, by mogło to zagrozić kolejnym innowacjom.

[i](#) Kiedy Allen i Gates odnieśli finansowy sukces, ufundowali w Lakeside nowy budynek nauk przyrodniczych, którego aula nazwana została imieniem Kenta Evansa.

[ii](#) White Anglo-Saxon Protestant – biali Anglosasi wyznania protestanckiego – przyp. red.

[iii](#) Z powodu niechęci Steve’a Wozniaka do zajmowania się tym nudnym zadaniem podczas pisania wersji BASIC-a na komputer Apple II firma Apple musiała korzystać z licencji kupionej od Gatesa i Allena.

[iv](#) Po przeczytaniu wstępnej wersji tej książki Steve Wozniak stwierdził, że Dan Sokol zrobił jedynie osiem kopii, ponieważ ich wykonanie było trudne i czasochłonne. John Markoff, który opisał ten incydent w swojej książce *What the Dormouse Said*, podzielił się jednak ze mną (a także z Wozem i Felsensteinem) transkrypcją swojego wywiadu z Danem Sokolem, w którym Dan stwierdził, że do kopiowania taśm wykorzystał PDP-11 z szybkim czytnikiem taśm oraz szybkim perforatorem. Kopiował taśmy co wieczór i według własnych szacunków wykonał w sumie siedemdziesiąt pięć kopii.

[v](#) Niepokój prawników okazał się uzasadniony. Jakiś czas później Departament Sprawiedliwości oskarżył Microsoft o praktyki monopolistyczne i wytoczył mu proces sądowy. Strona rządowa zarzucała Microsoftowi, że nadużywa swojej monopolistycznej pozycji na rynku systemów operacyjnych, próbując w niezgodny z prawem sposób uzyskiwać przewagę nad twórcami konkurencyjnych przeglądarek internetowych oraz innych aplikacji. Przewlekły proces zakończył się ugodą, w ramach której Microsoft zgodził się zmienić niektóre ze swoich praktyk biznesowych.

[vi](#) W 2009 roku wersja 5.0 systemu Debian GNU/Linux składała się z 324 milionów linii kodu; niektórzy oceniali, że stworzenie tego oprogramowania konwencjonalnymi metodami wymagałoby nakładów finansowych rzędu 8 miliardów dolarów

(<http://gsyc.es/~frivas/paper.pdf>).

Rozdział 10

Online

Internet i komputer osobisty przyszły na świat równolegle, w latach siedemdziesiątych, ale – co dziś może wydawać się zaskakujące – drogi ich rozwoju się rozdzieliły na ponad dziesięć lat. Częściowo wyniknęło to z różnic w nastawieniu miłośników działania w sieci i osób, które ogarniała radość na myśl o komputerze osobistym będącym wyłącznie ich własnością. W przeciwieństwie do utopistów realizujących projekt Community Memory i spełniających się w tworzeniu wirtualnych społeczności, wielu pierwszych entuzjastów komputerów osobistych wołało wypróbować możliwości własnej maszyny w samotności, przynajmniej początkowo.

Istniała też bardziej namacalna przyczyna niezależnego rozwoju komputerów osobistych i sieci. Sieć ARPANET, która działała już w latach siedemdziesiątych, była niedostępna dla zwykłych ludzi. W 1981 roku Lawrence Landweber z Uniwersytetu Wisconsin przekonał szereg uczelni niepodłączonych do ARPANET-u do współpracy w celu stworzenia odrębnej sieci opartej na protokołach TCP/IP, którą nazwano CSNET. „W tamtych czasach łączność sieciowa była dostępna tylko dla niewielkiego ułamka amerykańskich naukowców informatyków” – zauważył¹. Z CSNET wyrosła później sieć National Science Foundation –

NSFNET (sieć Narodowej Fundacji Nauki). Jednak nawet po włączeniu tych sieci do internetu na początku lat osiemdziesiątych przeciętny człowiek korzystający w domu z komputera miał trudności, żeby uzyskać do nich dostęp. Zasadniczo trzeba było pracować na uniwersytecie lub w innej instytucji badawczej, żeby móc skorzystać z tej możliwości.

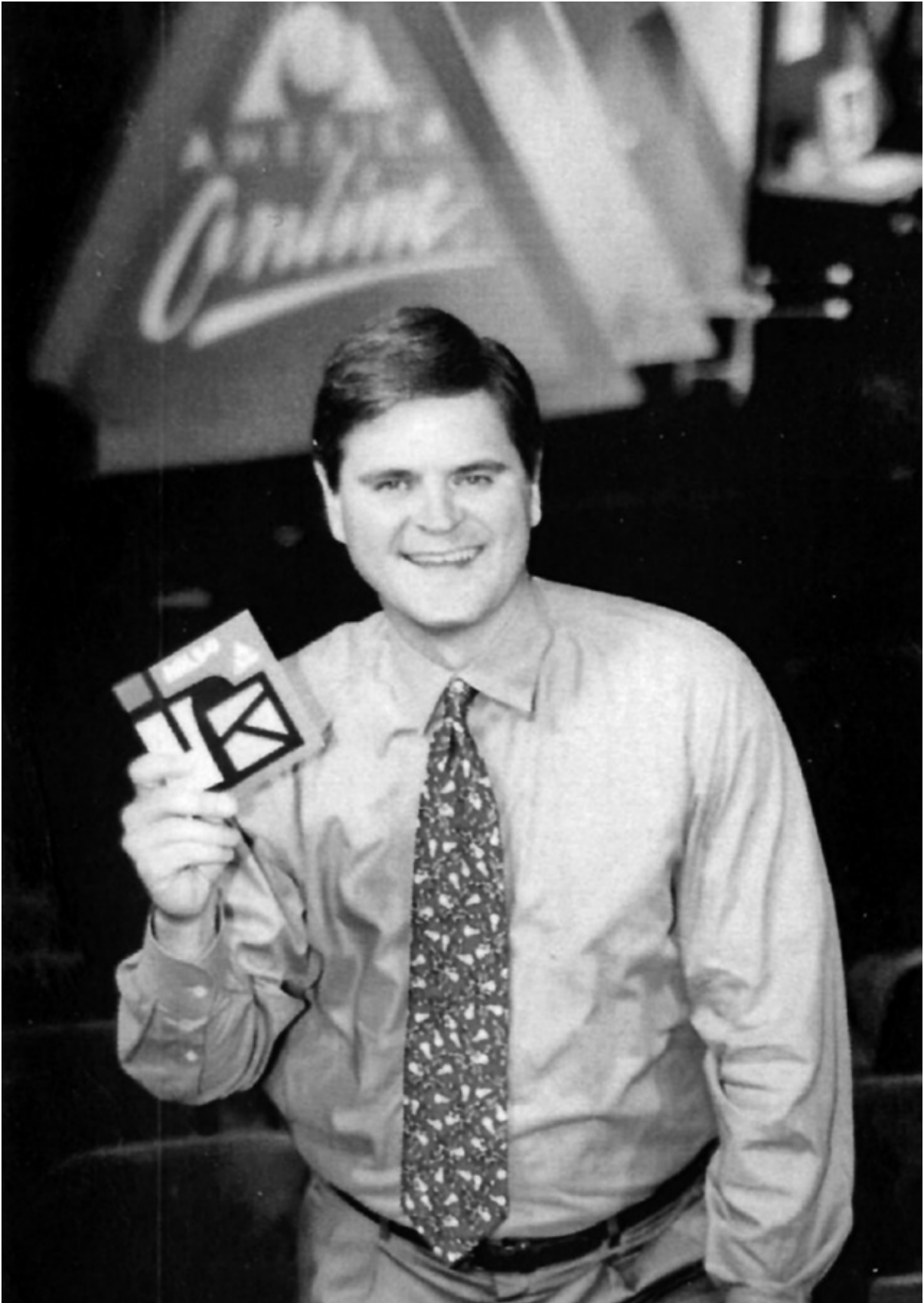
Zatem od początku lat siedemdziesiątych przez niemal piętnaście lat rozwój internetu i komputerów osobistych przebiegał równolegle, lecz niezależnie. Ich drogi splotły się dopiero pod koniec lat osiemdziesiątych, kiedy zwykli ludzie w domach i biurach dostali wreszcie możliwość, by wybrać odpowiedni numer i znaleźć się online. Był to początek nowej fazy rewolucji cyfrowej, w której urzeczywistniła się wizja Busha, Licklidera i Engelbarta – wizja komputerów rozszerzających ludzką inteligencję, stających się dla nas narzędziami wspomagającymi indywidualną kreatywność i współpracę.



Larry Brilliant (ur. 1944) i Stewart Brand na łodzi Branda w 2010



William von Meister (1942–1995)





Steve Case (ur. 1958)

E-mail i serwisy BBS

„[...] ale ulica znajduje własne zastosowania” – napisał William Gibson w cyberpunkowym opowiadaniu *Wypalić chrom* z 1982 rokuⁱ. I podobnie badacze mający dostęp do ARPANET-u też znaleźli własny sposób jego wykorzystania. Miała to być sieć służąca do używania zasobów komputerowych w systemie czasu dzielonego. Pod tym względem nie odniosła oszałamiającego sukcesu. Natomiast jej wykorzystanie zdecydowanie wzrosło, gdy stała się środkiem komunikacji i kontaktów społecznych. Era cyfrowa ma to do siebie, że często pragnienie komunikowania się, więzi, współpracy i budowania społeczności owocuje tworzeniem rewelacyjnych aplikacji. ARPANET pierwszą otrzymał już w 1972 roku. Był nią e-mail.

Poczta elektroniczna znana była już wcześniej. Posługiwali się nią badacze dzielący czas na tym samym komputerze. Służył do tego program SNDMSG, który umożliwiał użytkownikowi dużego komputera centralnego wysyłanie wiadomości do indywidualnego foldera innego użytkownika. Pod koniec 1971 roku Ray Tomlinson, inżynier z MIT pracujący w BBN, postanowił opracować jakieś sprytne rozwiązanie, które pozwoliłoby wysyłać takie wiadomości do folderów na innych mainframe'ach. W tym celu połączył SNDMSG z eksperymentalnym programem do przesyłania plików o nazwie CPYNET, umożliwiającym wymianę plików pomiędzy różnymi komputerami przyłączonymi do sieci ARPANET. Później zaś wpadł na jeszcze bardziej genialny pomysł: aby umożliwić kierowanie wiadomości do folderu plików użytkownika korzystającego z innego komputera, wykorzystał symbol @ i opracował system adresowania, z którego korzystamy do dziś: nazwa_użytkownika@nazwa_hosta. Tomlinson stworzył więc nie tylko e-

mail, ale i jeden z najlepiej rozpoznawalnych symboli internetowego świata².

Dzięki ARPANET-owi badacze z jednego ośrodka mogli korzystać z zasobów komputerowych innego, ale rzadko to robili. Głównym sposobem współpracy stała się wymiana e-maili. Jednym z pierwszych uzależnionych od nich stał się dyrektor ARPA Stephen Lukasik, w związku z czym wszyscy badacze, którzy chcieli się z nim porozumiewać, musieli pójść za jego przykładem. W 1973 roku Lukasik zlecił badanie, które wykazało, że w niecałe dwa lata od wynalezienia e-maila stanowią 75 procent ruchu na ARPANET-cie. „Największym zaskoczeniem w związku z programem ARPANET była niesamowita popularność i sukces poczty sieciowej” – stwierdzał raport BBN opracowany kilka lat później. Nie powinno to dziwić, bowiem pragnienie udziału w społecznościach sieciowych nie tylko napędza innowacje, ale też sprzyja ich przyjmowaniu.

E-mail poza tym, że ułatwił wymianę informacji pomiędzy użytkownikami komputerów, doprowadził do powstania wirtualnych społeczności, które, jak przewidywali w 1968 roku Licklider i Taylor, „na bazie wspólnych zainteresowań i celów, a nie przypadkowej obecności w sąsiedztwie”.

Początek pierwszym wirtualnym społecznościom dały łańcuszki e-maili rozsyłanych do dużych grup subskrybentów, które same się dobierały. Zaczęto je nazywać listami dyskusyjnymi. Pierwsza duża lista, SF-Lovers, powstała w 1975 roku i skupiła miłośników science fiction. Kierownictwo agencji ARPA początkowo chciało ją zlikwidować, obawiając się, że Kongres może nie być zadowolony z wydawania wojskowych pieniędzy na wspieranie wirtualnego miejsca spotkań fanów fantastyki. Na szczęście moderatorom grupy udało się ich przekonać, żeby potraktować to jako bardzo przydatne ćwiczenie z zakresu szeroko zakrojonej wymiany informacji.

W krótkim czasie znaleziono kolejne metody tworzenia społeczności online. Niektórzy wykorzystywali szkielet internetu, inni uprawiali prowizorkę. W lutym 1978 roku Ward Christensen i Randy Suess,

członkowie Chicago Area Computer Hobbyists' Exchange (Grupa Dyskusyjna Hobbystów Komputerowych z Okolic Chicago), zostali zasypani przez śnieżycę. Czas przymusowego odcięcia od świata wykorzystali na opracowanie pierwszego serwisu „komputerowej tablicy ogłoszeniowej”, czyli Bulletin Board System (BBS), który umożliwiał hakerom, hobbystom i samozwańczym sysopom (operatorom systemu) zakładanie własnych forów sieciowych oraz oferowanie plików, pirackiego oprogramowania, informacji i umieszczania postów. Każdy, kto miał dostęp do sieci, mógł się przyłączyć. W kolejnym roku studenci z Uniwersytetu Duke'a i Uniwersytetu Karoliny Północnej, którzy nie byli jeszcze podłączeni do internetu, opracowali inny system. Opierał się on na serwerach stawianych na komputerach osobistych i umożliwiał tworzenie forów dyskusyjnych z podziałem na wątki. Nazwano go Usenetem, a kategorie wiadomości – „grupami tematycznymi”. W 1984 roku w instytutach i uczelniach USA było już około tysiąca terminali usenetowych.

Jednak nawet po utworzeniu BBS-ów i grup dyskusyjnych przeciętnemu właścicielowi komputera osobistego nie było łatwo przyłączyć się do wirtualnej społeczności. Konieczna bowiem była łączność z siecią, a uzyskanie jej z domu czy nawet z wielu biur nastręczało trudności. Na początku lat osiemdziesiątych doczekano się wreszcie połączenia innowacji technologicznej i zmian prawnych, które zupełnie odmieniły sytuację.

Modemy

Modem to niewielkie urządzenie, które w końcu umożliwiło podłączenie domowych komputerów do globalnych sieci. Jego działanie polega na modulowaniu i demodulowaniu (stąd nazwa) sygnału analogowego, na przykład takiego, jaki przesyłany jest linią telefoniczną, w celu wysyłania i odbierania informacji cyfrowych. Dzięki niemu zwykli użytkownicy byli w stanie połączyć swoje komputery z innymi komputerami online, korzystając z sieci telekomunikacyjnej. Wreszcie mogła się rozpocząć

rewolucja sieciowa.

Jej nadejście spowalniał wcześniej niemal całkowity monopol telekomunikacyjny AT&T w USA. Potentat decydował nawet o tym, jakiego sprzętu można było używać w domu. Zabraniał między innymi podłączania do linii telefonicznych i aparatów czegokolwiek, co nie zostało od niego wydierżawione lub przez niego zaaprobowane. Wprawdzie AT&T oferowało modemy już w latach pięćdziesiątych, ale były one drogie i nieporęczne, a przy tym zaprojektowane do użytku przemysłowego i wojskowego, czyli mało przydatne dla hobbystów pragnących tworzyć wirtualne społeczności.

Pierwszym znakiem, że coś się zmienia, był wynik afery związanej z urządzeniem Hush-a-Phone. Chodziło o prostą plastikową nakładkę na mikrofon słuchawki, która wzmacniała głos i utrudniała podsłuchiwanie rozmowy osobom postronnym. Przez dwadzieścia lat nikomu nie przeszkadzała, aż do dnia, gdy prawnik AT&T zobaczył jej egzemplarz na wystawie sklepowej. Wówczas firma postanowiła złożyć pozew przeciw jej producentowi, wysuwając absurdalny argument, że każde zewnętrzne urządzenie, nawet mały plastikowy stożek, może uszkodzić jej sieć. Był to doskonały przykład, że AT&T nie cofnie się przed niczym, by chronić swój monopol.

Na szczęście starania AT&T przyniosły skutek odwrotny do zamierzonego. Federalny sąd apelacyjny odrzucił skargę i w ten sposób bariery uniemożliwiające podłączanie się do sieci telekomunikacyjnej zaczęły pękać. Wprawdzie elektroniczne podłączenie modemu do linii telefonicznej nadal było niezgodne z prawem, ale dopuszczalne było stosowanie metod mechanicznych, na przykład konwertera akustycznego. Słuchawkę wkładało się w specjalną podkładkę, do której dzięki uszczelce ściśle przylegały jej mikrofon i głośnik. Na początku lat siedemdziesiątych istniało już kilka modemów tego typu. Jeden z nich, Pennywhistle, zaprojektowany dla hobbystów przez Lee Felsensteina, mógł wysyłać i odbierać dane z szybkością trzystu bitów na sekundęⁱⁱ.

Następnym przełomem było wygranie przez pewnego nieustępliwego

cowboja z Teksasu dwunastoletniej batalii prawnej, którą finansował, wyprzedając swoje bydło. Wywalczył wówczas dla swoich klientów prawo do używania wynalezionej przez siebie systemu radiotelefonów łączących się z telefonami przewodowymi przez specjalny konwerter Carterfone. Wypracowanie odpowiednich przepisów zajęło kilka dodatkowych lat, ale w 1975 roku decyzją Federalnej Komisji Łączności klienci AT&T otrzymali możliwość podłączania pewnych urządzeń elektronicznych do sieci firmy.

Początkowo połączenia te odbywały się na rygorystycznych zasadach, a modemy były drogie, ale w 1981 roku nastąpił przełom. Na rynek wszedł Smartmodem firmy Hayes. Można było go podłączyć bezpośrednio do linii telefonicznej i komputera, bez konieczności korzystania z nieporęcznego konwertera akustycznego. Wreszcie hobbyści, miłośnicy cyberpunku i zwykli użytkownicy komputerów domowych mogli wybrać numer telefonu usługi online, wstrzymać oddech w oczekiwaniu na charakterystyczne ćwierkanie sygnalizujące nawiązywanie połączenia i dołączyć do wirtualnych społeczności korzystających z BBS-ów, grup i list dyskusyjnych oraz innych miejsc spotkań online.

The WELL

W niemal każdej dekadzie rewolucji cyfrowej niezmordowany Stewart Brand potrafił znaleźć się w miejscu, gdzie technologia nakładała się na sprawy społeczności i kontrkultury. Stworzył techno-psychodeliczne przedstawienie na Festiwalu Trips Kena Keseya, pisał o grze *Spacewar* i ośrodku PARC Xeroxa dla „Rolling Stone’a”, pomógł w przeprowadzeniu i uatrakcyjnieniu prezentacji *Mother of All Demos* Douga Engelbarta i założył *Whole Earth Catalog*. Można zatem uznać za naturalne, że kiedy jesienią 1984 roku modemy zaczęły stawać się łatwo dostępne, a komputery przyjazne użytkownikowi, Brand został współtwórcą prototypowej społeczności online o nazwie The WELL.

Początek temu przedsięwzięciu dało spotkanie Branda z innym entuzjastą i twórczym członkiem idealistycznej technokontrkultury, Larrym

Brilliantem. Brilliant, epidemiolog i lekarz, kierował się w życiu przymusem zmieniania świata na lepsze – i czerpał z tego prawdziwą przyjemność. Leczył Indian, którzy okupowali Alcatraz, szukał oświecenia w himalajskim aśramie pod okiem słynnego gury Neema Karoli Baby (wtedy po raz pierwszy spotkał Jobsa), uczestniczył w kampanii Światowej Organizacji Zdrowia na rzecz wyeliminowania ospy prawdziwej, a na koniec przy wsparciu Jobsa, luminarzy kontrkultury, Rama Dassa i Wavy’ego Gravy’ego oraz szeregu innych znakomitości założył Fundację Seva, zajmującą się przede wszystkim leczeniem ślepoty w biednych społeczeństwach na całym świecie.

Kiedy jeden z helikopterów Seva Foundation miał problemy techniczne w Nepalu, Brilliant zorganizował jego naprawę, wykorzystując komputerowy system konferencyjny i Apple’a II, którego podarował fundacji Jobs. Przy tej okazji przekonał się, jak wielki potencjał drzemie w internetowych grupach dyskusyjnych, i zrobiło to na nim duże wrażenie. Gdy został wykładowcą na Uniwersytecie Michigan, pomógł stworzyć firmę opartą na systemie konferencyjnym i wykorzystującą sieć uniwersytecką. Był to PicoSpan, który umożliwiał użytkownikom umieszczanie tekstów na różne tematy i organizowanie ich w wątki, które wszyscy mogli czytać. Brilliant był połączeniem idealisty, technoutopisty i przedsiębiorcy. Wykorzystywał system konferencyjny do krzewienia wiedzy medycznej w azjatyckich wioskach oraz organizowania misji w nagłych sytuacjach.

Kiedy Brilliant wybrał się na konferencję do San Diego, zaprosił swojego starego przyjaciela Stewarta Branda na lunch. Spotkali się w restauracji na plaży, w pobliżu miejsca, gdzie Brand zamierzał popływać sobie nago. Brilliantowi przyświecały dwa powiązane ze sobą cele: spopularyzowanie oprogramowania konferencyjnego PicoSpan i stworzenie wspólnoty intelektualnej online. Podczas lunchu przekonywał Branda do założenia spółki, do której zamierzał wnieść 200 tysięcy dolarów kapitału, komputer i oprogramowanie. „Stewart zarządzałby tym systemem i rozszerzał go dzięki swoim licznym znajomościom wśród inteligentnych, interesujących

ludzi” – wyjaśnił Brilliant³. „Miałem pomysł, żeby wykorzystać tę nową technologię do prowadzenia dyskusji o wszystkim, co jest w *Whole Earth Caralog*. Mogłaby powstać sieć społeczna ludzi zainteresowanych szwajcarskimi scyzorykami, kuchenkami słonecznymi, czymkolwiek”⁴.

Brand przekształcił ten pomysł w coś bardziej znaczącego: plan stworzenia najbardziej stymulującej społeczności online na świecie, w której członkowie mogliby dyskutować o wszystkim. „Po prostu porozmawiajmy i przyciągnijmy najmądrzejszych ludzi na świecie – zaproponował – i pozwólmy im samym ustalić, o czym chcą rozmawiać”⁵. Wymyślił również nazwę, The WELL, i dopasował do niej odpowiednie rozwinięcie: Whole Earth ‘Lectronic Link. Jak stwierdził później, „zawsze warto mieć w nazwie” figlarny apostrof⁶.

Tworząc tę wirtualną społeczność, Brand stanowczo przestrzegał pewnej zasady, dzięki której The WELL nabrała przełomowego charakteru. Mianowicie wymagał od przyłączających się do niej osób podawania prawdziwego imienia i nazwiska. Oczywiście można było potem posługiwać się pseudonimem czy przydomkiem, ale inni członkowie zawsze mogli się dowiedzieć, kto się pod nimi kryje. Jego credo, ukazujące się też na ekranie początkowym serwisu, brzmiało: „Jesteś właścicielem własnych słów”. Innymi słowy, jesteś odpowiedzialny za umieszczane przez siebie posty.

Kształt i kierunki rozwoju The WELL, podobnie jak samego internetu, w dużej mierze wyznaczali użytkownicy serwisu. W 1987 roku istniejące w nim fora dyskusyjne – zwane tu konferencjami – zajmowały się tak zróżnicowaną tematyką, jak zespół Grateful Dead (te były najpopularniejsze), programowanie w UNIX-ie, sztuka, rodzicielstwo, istoty pozaziemskie i projektowanie oprogramowania. Praktycznie nie było tu hierarchii ani kontroli, toteż serwis rozwijał się na drodze współpracy. Użytkownikom dostarczał uzależniających przeżyć, a jednocześnie można go było traktować jako fascynujący eksperyment społeczny. Na jego temat powstały nawet książki, w tym autorstwa wpływowych kronikarzy rozwoju technologicznego Howarda Rheingolda i Katie Hafner. „Samo członkostwo

w The WELL, rozmowy z ludźmi, z którymi być może w żadnych innych warunkach nie nawiązałybyś znajomości, miało w sobie nieodparty urok” – napisała Hafner⁷. Rheingold w swojej książce wyjaśnia: „To tak, jakbyś miał ulubiony pobliski bar, pełen starych kumpli, ale także ciekawych nowych twarzy, w którym czekają na ciebie nowe narzędzia do zabrania ze sobą, nowe graffiti i listy. Tyle że zamiast wkładać płaszcz, wyłączać komputer i iść do tego baru, po prostu uruchamiam program telekomunikacyjny, i oto jest!”⁸. Kiedy Rheingold odkrył, że jego dwuletnia córeczka ma kleszcza we włosach, uzyskał poradę od lekarza z The WELL szybciej, niż oddzwonił jego lekarz rodzinny.

Rozmowy online mogą być bardzo emocjonalne. Tom Mandel, jeden z głównych dyskutantów i główny bohater książki Hafner, a także człowiek, który pomagał mnie i moim kolegom w prowadzeniu forów online „Time’a”, uwielbiał flejmować, czyli wdawać się w zajadłe, ordynarne dyskusje z innymi członkami The WELL. „Wyrażałem opinie na każdy temat – wspominał. – Wywołałem nawet scysję, która wciągnęła w elektroniczną awanturę pół cyberprzestrzeni Zachodniego Wybrzeża, i doczekałem się wypędzenia z The WELL”⁹. Kiedy jednak napisał na forum, że umiera na raka, społeczność wsparła go emocjonalnie. „Jest mi smutno, strasznie smutno, nawet nie potrafię wyrazić, jak smutno i jaki żal odczuwam, że nie mogę zostać, żeby bawić się i kłócić z wami znacznie dłużej” – napisał w jednym z ostatnich postów¹⁰.

The WELL była wzorem zżytej, myślącej społeczności, które kiedyś można było znaleźć w internecie. Po trzydziestu latach nadal jest taka, ale jej popularność już dawno zmalała, gdy prym zaczęły wieść bardziej komercyjne usługi sieciowe oraz serwisy nastawione raczej na dyskusje niż zacieśnianie więzi. Powszechne stało się dążenie do anonimowości w sieci, co niestety stało w sprzeczności z przekonaniem Branda, że ludzie powinni czuć odpowiedzialność za to, co mówią. W rezultacie wiele osób nie liczy się ze słowami w swoich komentarzach, a dyskusje często są płytsze i mniej osobiste. Jednak internet przechodzi przez różne fazy – był już platformą do korzystania z zasobów w systemie czasu dzielonego, miejscem dla

społeczności, wydawców, blogów i portali społecznościowych. Być może zatem nadejdą czasy, gdy naturalne ludzkie pragnienie tworzenie zaufanego grona znajomych, podobnego do tego w ulubionym barze, ponownie weźmie górę, a wówczas The WELL lub nowe firmy naśladowujące jej atmosferę wespną się na szczyty popularności. Czasem innowacja wymaga odtworzenia tego, co utracono po drodze.

America Online

William von Meister był jednym z pierwszych przykładów nowego typu pioniera, który stał się motorem innowacji cyfrowych pod koniec lat siedemdziesiątych. Podobnie jak Ed Roberts, twórca Altaira, był naładowanym energią seryjnym przedsiębiorcą. Stanowił zarówno doskonały przykład, jak i karykaturę tego gatunku nowatorów, którzy mając oparcie w coraz liczniejszych firmach dostarczających venture capital, tryskają pomysłami, rozkwitają pod wpływem adrenaliny przy podejmowaniu ryzyka i z misjonarskim zapałem propagują nowe technologie. W przeciwieństwie do Noyce'a, Gatesa czy Jobsa von Meister nie nastawiał się na cierpliwe budowanie firm, lecz odpalał je i patrzył, gdzie wylądują. Porażka go nie przerażała, tylko dodawała energii. Osoby jego pokroju sprawiły, że wybaczenie nieudanych przedsięwzięć stało się cechą charakterystyczną ery internetu. Był niebywałym kombinatorem: w ciągu dziesięciu lat założył dziewięć firm, z których większość padła albo pozbyła się go. Mimo wszystko poprzez seryjne porażki pomógł zdefiniować archetyp internetowego przedsiębiorcy, a przy okazji w pewnym sensie wynalazł działalność online¹¹.

Von Meister urodził się w 1942 roku. Jego matka była austriacką hrabiną, a ojciec, chrześniak cesarza Wilhelma II, prowadził amerykański oddział firmy Zeppelin obsługującej sterowiec Hindenburg aż do jego pożaru w 1937 roku, a następnie oddział pewnej firmy chemicznej, dopóki nie oskarżono go o defraudację. Jego styl życia niewątpliwie wywarł wpływ na młodego Billa, który najwyraźniej postanowił mu dorównać przynajmniej

pod względem malowniczości porażek, jeśli już nie ich doniosłości. Von Meister dorastał w Blue Chimneys, rezydencji z białej cegły znajdującej się na terenie ponadjedenastohektarowej posiadłości w stanie New Jersey. Najchętniej zaszywał się na strychu, gdzie mógł łączyć się z kolegami krótkofalowcami i konstruować elektroniczne gadżety. Jednym z nich był radionadajnik, za którego pośrednictwem jego ojciec sygnalizował, że wraca z pracy i można się zabrać do przygotowywania mu podwieczorku.

Von Meister nie miał cierpliwości do bycia przykładnym studentem, toteż kilkakrotnie rozpoczynał i przerywał naukę na różnych waszyngtońskich uczelniach, po czym podjął pracę w Western Union. Dorabiał sobie na boku różnymi przedsięwzięciami, między innymi handlując elementami urządzeń złomowanych przez swojego pracodawcę, po czym uruchomił usługę umożliwiającą klientom dyktowanie ważnych listów obsłudze dedykowanych centrów telefonicznych i dostarczającą je następnego dnia. Usługa cieszyła się powodzeniem, ale von Meister został usunięty z firmy – pierwszy, ale nie ostatni raz – za szastanie pieniędzmi i brak nadzoru nad operacjamiⁱⁱⁱ.

Von Meister należał do pierwotnego gatunku przedsiębiorców zajmujących się mediami – w typie Teda Turnera, nie Marka Zuckerberga – którzy żyli z rozmachem i łączyli szaleństwo z bystrością umysłu tak ściśle, że trudno było te dwa pierwiastki odróżnić. Miał słabość do pięknych kobiet oraz dobrego czerwonego wina, samochodów wyścigowych, prywatnych samolotów, szkockiej single malt i przemycanych cygar. „Bill von Meister nie był po prostu seryjnym przedsiębiorcą, on był patologicznym przedsiębiorcą – stwierdził Michael Schrage, który pisał o nim w »Washington Post«. – Większość pomysłów Billa von Meistera, kiedy spojrzeć na nie z perspektywy czasu, wcale nie była głupia. Ale w tamtym czasie wydawały się dziwaczne. Trudno było traktować je poważnie, bo był tak szalony, że rzutowało to na jego pomysły. Nie dawało się odróżnić idei od szaleństwa, tak były splecione”¹².

Niezrażony von Meister dalej sypał nowymi pomysłami i doskonale sobie radził ze zdobywaniem na nie pieniędzy od inwestorów venture capital,

aczkolwiek nie z prowadzeniem czegokolwiek. Do jego start-upów należały: skierowana do firm usługa polegająca na automatycznym wybieraniu najtańszych połączeń przy masowych rozmowach telefonicznych, założona na przedmieściach Waszyngtonu restauracja o nazwie McLean Lunch and Radiator Shop, w której klienci, nie wstając od stolika, mogli wykonywać darmowe rozmowy międzymiastowe, a także usługa o nazwie Infocast, która pozwalała przesyłać dane do komputerów za pośrednictwem transmisji radiowej FM. Później, w 1978 roku, kiedy część tych przedsięwzięć mu się znudziła, a z części został usunięty, stworzył usługę, która łączyła jego zainteresowanie telefonami, komputerami i sieciami informacyjnymi. Nazwał ją The Source (Źródło).

The Source było serwisem łączącym komputery domowe w sieć za pomocą linii telefonicznych i oferującym użytkownikom BBS-y, pocztę, bieżące wiadomości, horoskopy, przewodniki po restauracjach, ranking win, zakupy, prognozę pogody, rozkłady połączeń lotniczych i notowania giełdowe. Innymi słowy był to jeden z pierwszych serwisów konsumenckich online. (Drugim był CompuServe, sieć stworzona początkowo dla firm, działająca w systemie czasu dzielonego, która w 1979 roku dopiero zaczynała oferować pierwsze usługi użytkownikom modemów). Jego broszura reklamowa głosiła, że The Source „może przenieść twój komputer osobisty w dowolne miejsce na świecie”. W wywiadzie dla „Washington Post” von Meister powiedział, że serwis będzie przypominał „usługę komunalną”, dostarczając informacji „jak wody płynącej z kranu”. The Source nie ograniczało się do tego, lecz tworzyło również wirtualną społeczność, zapewniając fora dyskusyjne, chatroomy oraz prywatne miejsca udostępniania plików, gdzie użytkownicy mogli umieszczać swoją twórczość, a inni ją pobierać. Podczas uroczystości oficjalnego uruchomienia serwisu w lipcu 1979 roku w hotelu Plaza na Manhattanie pisarz science fiction Isaac Asimov ogłosił: „Oto początek ery informacji!”¹³.

Tak jak poprzednio von Meister zaczął wkrótce zaniedbywać zarządzanie firmą i trwonić pieniądze. Po roku został usunięty przez głównego

inwestora, który stwierdził: „Billy von Meister jest rewelacyjnym przedsiębiorcą, ale nie wie, kiedy przestać”. The Source ostatecznie sprzedano „Reader’s Digest”, który z kolei odsprzedał je później CompuServe. Choć żywot serwisu był krótki, zapoczątkował on rozwój przedsięwzięć online, pokazując, że klientom zależy nie tylko na informacjach, lecz również na możliwości kontaktów ze znajomymi i udostępniania własnych treści.

Następnym pomysłem von Meistera, również nieco wyprzedzającym swoje czasy, był sklep muzyczny dostarczający muzykę do domów za pośrednictwem telewizji kablowej. Sklepy płytowe i wytwórnie muzyczne czym prędzej się sprzymierzyły, żeby zablokować dostęp do piosenek, jednak wówczas von Meister przerzucił się na kolejny pomysł – gry wideo. Tu mógł liczyć na jeszcze większy rynek, bo w owym czasie w domach znajdowało się 14 milionów konsol do gier Atari. Tak powstała firma Control Video Corporation (CVC). Nowa usługa oferowana przez von Meistera pozwalała pobierać gry w celu ich kupienia lub wypożyczenia. Nazwał ją GameLine i zaczął łączyć z niektórymi z usług informacyjnych zapewnianych wcześniej przez The Source. „Zamierzamy zmienić maniaka gier komputerowych w fanatyka informacji” – oświadczył¹⁴.

Marki GameLine i CVC założyły sklep w galerii handlowej przy drodze wiodącej na lotnisko Waszyngton-Dulles. Von Meister wybrał radę dyrektorów firmy, mającą symbolizować przekazanie pałeczki nowemu pokoleniu pionierów internetu. Byli wśród nich Larry Roberts i Len Kleinrock, którzy wnieśli duży wkład w rozwój ARPANET-u, oraz przecierający szlaki w inwestycjach venture capital Frank Caufield, współzałożyciel najbardziej wpływowej w Dolinie Krzemowej firmy finansowej Kleiner Perkins Caufield & Byrnes. Kolejnym członkiem był spokojny i energiczny Dan Case, młody stypendysta Rhodessa z Hawajów i Princeton, reprezentujący bank inwestycyjny Hambrecht & Quist.

Dan Case spotkał się z von Meisterem w styczniu 1983 roku w Las Vegas na targach elektronicznych Consumer Electronics Show, podczas których CVC zamierzała wzbudzić sensację serwisem GameLine. Von Meister jako

urodzony showman zapłacił za to, żeby nad miasto wypuszczono napełnione gorącym powietrzem balony w kształcie joysticka z napisem „GameLine”. Wynajął też wielki apartament w hotelu Tropicana, a dla uatrakcyjnienia całości – tancerki rewiiowe¹⁵. Case rozkoszował się widokiem tej scenerii. W kącie kręcił się jego młodszy brat Steve, bardziej milkliwy i trudniejszy do rozgryzienia, z enigmatycznym uśmiechem na wiecznie spokojnej twarzy.

Urodzony w 1958 roku Steve Case dorastał na Hawajach, przy czym miał tak łagodny charakter, jakby wychowały go delfiny. Było też coś niezgłębionego w wyrazie jego twarzy, a niektórzy wręcz nazywali go „Murem”, bo niezwykle rzadko ujawniał jakiegokolwiek emocje. Był nieśmiały, ale nie brakowało mu pewności siebie, toteż zdarzało się, że osoby, które go nie znały, odnosiły błędne wrażenie, że jest arogancki. Z czasem nauczył się żartować nosowym głosem i wymieniać z kolegami przyjacielskie obelgi, jak nowicjusz w studenckim bractwie. Za tym przekomarzaniem się krył się jednak głęboko myślący, sumienny człowiek.

W okresie szkoły średniej Dan i Steve zamienili swoje pokoje w biura, w których prowadzili rozmaite rodzaje działalności, między innymi sprzedaż kartek okolicznościowych i dystrybucję czasopism. „Pierwsza lekcja przedsiębiorczości w wydaniu Case’ów polegała na tym – wspominał Steve – że ja wpadłem na pewien pomysł, on dostarczył fundusze, a potem stał się właścicielem połowy firmy”¹⁶.

Steve wybrał studia w Williams College. Słynny historyk James MacGregor Burns wspomina go słowami: „Był jednym z moich przeciętnych studentów”¹⁷. Opinia ta jest uzasadniona, bo młody Case więcej czasu spędzał na myśleniu o interesach niż na przygotowywaniu się do zajęć. „Pamiętam, jak profesor wziął mnie na bok i zasugerował, żebym odłożył na chwilę swoje zainteresowania biznesowe i skupił się na studiach, bo college jest dla mnie wyjątkową życiową szansą – wspominał. – Jak łatwo się domyślić, nie zgadzałem się z nim”. Zaliczył tylko jeden cykl zajęć z informatyki, których nie znosił, „bo to były czasy kart

perforowanych, więc pisałeś program, a potem musiałeś godzinami czekać na wyniki”¹⁸. Wyciągnął jednak z tego jakąś naukę – mianowicie, że należało coś zrobić, by komputery stały się łatwiejsze w obsłudze i bardziej interaktywne.

W komputerach podobało mu się tylko to, że dzięki nim można było korzystać z sieci. „Połączenia z odległymi miejscami wydawały mi się magiczne – opowiadał dziennikarce Karze Swisher. – Uznałem, że to najbardziej oczywiste zastosowanie dla komputerów, a reszta nadaje się tylko dla informatycznych kujonów”¹⁹. Po przeczytaniu *Trzeciej fali* futurysty Alvina Tofflera zafascynowała go koncepcja „elektronicznego pogranicza”, która zakładała, że technologia połączy ludzi ze sobą i ze światowymi zasobami informacji²⁰.

Na początku 1980 roku złożył podanie o pracę w agencji reklamowej J. Walter Thompson. „Głęboko wierzę, że postępy technologiczne w łączności wkrótce zdecydowanie odmienią nasz sposób życia – pisał w podaniu aplikacyjnym. – Innowacje w telekomunikacji (a szczególnie systemy dwukierunkowej telewizji kablowej) spowodują, że nasze telewizory (oczywiście z dużym ekranem!) staną się źródłem informacji, gazetą, szkołą, komputerem, maszyną do głosowania i katalogiem w jednym”²¹. Nie dostał tej pracy; jego kandydaturę odrzucono również w Procter & Gamble. Pojechał jednak na własny koszt do Cincinnati, gdzie mieści się siedziba główna firmy, zdołał przekonać odpowiednie osoby, żeby dano mu drugą szansę rozmowy kwalifikacyjnej, i ostatecznie został młodszym menedżerem marki w grupie zajmującej się chusteczkami nasączonymi odżywką do włosów o nazwie Abound, które wkrótce zostały wycofane z produkcji. W tej pracy Case nauczył się sztuczki z rozdawaniem bezpłatnych próbek w celu spopularyzowania nowego produktu. „To częściowo było inspiracją dla strategii rozdawania bezpłatnych dyskietek z próbnym programem dekadę później” – stwierdził²². Po dwóch latach odszedł z P&G i rozpoczął pracę w dziale Pizza Hut PepsiCo. „Zdecydowałem się, bo to był czysty przykład przedsiębiorczości. Interes prowadzony przez franczyzobiorców, niemal zupełne przeciwieństwo

Procter & Gamble, firmy skupionej na procesach, zarządzanej odgórnie, gdzie wszystkie kluczowe decyzje podejmowane są w Cincinnati”²³.

Steve był wówczas młodym kawalerem i mieszkał w Wichita w stanie Kansas, gdzie nie bardzo było co robić wieczorami. Wkrótce więc stał się entuzjastą serwisu The Source. Dla osoby tak nieśmiałej, a jednocześnie spragnionej więzi międzyludzkich było to idealne rozwiązanie. Przy okazji nauczył się dwóch rzeczy: że ludzie lubią być częścią społeczności oraz że technologia musi być prosta, jeśli ma się stać masowa. Kiedy po raz pierwszy usiłował zalogować się do The Source, miał poważne kłopoty ze skonfigurowaniem przenośnego komputera Kaypro. „To było jak wspinaczka na Mount Everest i pierwsze, co mi przyszło do głowy, to ustalenie, dlaczego to musi być takie trudne – wspominał. – Ale kiedy wreszcie się zalogowałem i uświadomiłem sobie, że jestem połączony z całym krajem z tego nędznego mieszkanka w Wichita, to było upajające przeżycie”²⁴.

Jednocześnie Case budował na boku własną niewielką firmę marketingową. W głębi serca był przedsiębiorcą, i to w czasach, gdy większość absolwentów uczelni wyższych pragnęła zdobyć pracę w wielkich przedsiębiorstwach. Wynajął sobie punkt odbioru korespondencji pod eleganckim adresem w San Francisco, wydrukował ten adres na swoim papierze listowym i zlecił przesyłanie poczty biznesowej do mieszkanka w Wichita. Postawił sobie za cel pomaganie pionierom na elektronicznym pograniczu, a kiedy jego brat Dan podjął pracę w Hambrecht & Quist w 1981 roku, zaczął wysyłać Steve’owi biznesplany interesujących firm. Jedną z nich była Control Video Corporation von Meistera. Podczas narciarskich wakacji w Kolorado w grudniu 1982 roku bracia rozmawiali o celowości inwestowania w tę firmę oraz uzgodnili, że w kolejnym miesiącu wybiorą się razem na Consumer Electronics Show do Las Vegas²⁵.

Żywiołowy von Meister i powściągliwy Steve długo rozmawiali podczas kolacji w Las Vegas, zastanawiając się, jak najlepiej spopularyzować GameLine. Szybko nawiązali dobry kontakt, być może dlatego, że mieli

podobne zainteresowania, choć różne osobowości. Mniej więcej w połowie kolacji dobrze już podpity von Meister zapytał w toalecie znajdującego się w podobnym stanie Dana, czy nie będzie mu przeszkadzało, jeśli zatrudni Steve'a. Dan chętnie się zgodził i Steve zaczął pracę w CVC jako konsultant na pół etatu. We wrześniu 1983 roku zatrudniono go na cały etat i wówczas przeprowadził się do Waszyngtonu. „Uważałem, że pomysł GameLine jest naprawdę obiecujący – wspominał Case. – Ale gdyby nawet miał nie wypalić, uznałem, że warto choćby z powodu tego, czego się nauczę, pracując z Billem. Niewątpliwie miałem rację”²⁶.

W ciągu kilku miesięcy firma CVC znalazła się na krawędzi bankructwa. Von Meister nadal się nie nauczył, jak rozsądnie kierować przedsiębiorstwem, a na dodatek doszło do zapaści na rynku gier wideo. Kiedy podczas zebrania rady dyrektorów Frank Caufield dowiedział się, jaka była wielkość sprzedaży w tym roku, stwierdził: „Można by pomyśleć, że samych kradzieży powinno być więcej”. W rezultacie Caufield zażądał zatrudnienia w firmie bardziej zdyscyplinowanego menedżera. Poprosił o objęcie tego stanowiska swojego przyjaciela i kolegę z West Point Jima Kimsey'ego, który pod szorstką aparycją żołnierza sił specjalnych skrywał przyjacielską osobowość barmana.

Pozornie Kimsey nie nadawał się do zaprowadzenia porządku w zarządzaniu interaktywnym serwisem online, bo dotąd miał do czynienia głównie z bronią i szklankami do whiskey, a nie z klawiaturą komputera. Charakteryzowały go jednak nieustępliwość i buntowniczość, potrzebne dobremu przedsiębiorcy. Urodzony w 1939 roku, dorastał w Waszyngtonie, gdzie w ostatniej klasie szkoły średniej został usunięty z najlepszego katolickiego liceum w mieście, Gonzaga High, za złe sprawowanie. Nie zrezygnował jednak z nauki. Kontynuował edukację gdzie indziej, a ostatecznie wstąpił do akademii wojskowej West Point, gdzie agresję pielęgnowano, kanalizowano i kontrolowano. Po ukończeniu szkoły otrzymał przydział do Dominikany, a później, pod koniec lat sześćdziesiątych, odsłużył jeszcze dwa zmiany w Wietnamie, w której jako

major rangersów między innymi nadzorował budowę sierocińca dla setki wietnamskich dzieci. Gdyby nie skłonność do pyskowania osobom stojącym wyżej w hierarchii, mógłby zrobić błyskotliwą karierę w wojsku²⁷.

Tymczasem przeszedł do cywila i w roku 1970 powrócił do Waszyngtonu. Pierwszym, co zrobił, był zakup budynku biurowego w centrum miasta. Większość pomieszczeń wynajął firmie brokerskiej, a na parterze otworzył bar o nazwie The Exchange (Giełda) z dalekopisem giełdowym. W niedługim czasie stał się właścicielem kilku cieszących się popularnością barów dla singli, o nazwach w rodzaju Madhatter czy Bullfeathers, a dodatkowo kupował jeszcze inne nieruchomości. Kimsey regularnie wyjeżdżał na eskapady z kumplem z West Point Frankiem Caufieldem, na które zabierali swoich synów. I właśnie podczas wspólnego spływu tratwą w 1983 roku Caufield zwerbował go do CVC, gdzie początkowo Kimsey miał nadzorować von Meistera, a ostatecznie został dyrektorem generalnym.

Zapoznawszy się z beznadziejnymi wynikami sprzedaży, Kimsey zwolnił większość pracowników, natomiast Steve'a Case'a nie tylko pozostawił w firmie, ale też awansował na wiceprezesa marketingu. Kimsey, jak na knajpiarza przystało, miał barwny sposób wysławiania się, ze szczególnym upodobaniem do skatologii. „Moim zadaniem jest przerobić to kurze gówno na sałatkę z kurczaka” – oświadczył. Niezmiennie bawiła go też stara historyjka o chłopczyku wesoło przekopującym stos końskiego łajna, który spytany, dlaczego to robi, odpowiada: „Skoro jest tu tak nasrane, to gdzieś tu się musi chować kucyk”.

Trzeba przyznać, że tworzyli dziwny triumwirat: niezdyscyplinowany, lecz sypiący pomysłami von Meister, chłodny strateg Case i twardy komandos Kimsey. Podczas gdy von Meister odgrywał showmana, a Kimsey – przyjaznego barmana, Case siedział w kącie, obserwując wszystko i zgłaszając coraz to nowe koncepcje. Wspólnie po raz kolejny dowiedli, że zróżnicowany zespół może być doskonałą siłą napędową innowacji. Ken Novack, prawnik spoza firmy, zauważył później, „To nie przypadek, że razem stworzyli ten biznes”²⁸.

Case i von Meister od dawna myśleli o stworzeniu sieci komputerowych, które mogłyby łączyć ze sobą zwykłych użytkowników. Kiedy w 1984 roku CBS, Sears i IBM połączyły siły, by wspólnie uruchomić taki serwis, nazwany Prodigy, inni producenci komputerów doszli do wniosku, że może powstać spory rynek na usługi tego rodzaju. Firma Commodore zwróciła się do CVC z prośbą o stworzenie dla niej usługi online. Kimsey zmienił wówczas nazwę CVC na Quantum; firma po rebrandingu w listopadzie 1985 roku uruchomiła serwis o nazwie Q-Link dla użytkowników Commodore'a.

Za dziesięć dolarów miesięcznie Q-Link oferował wszystko, co von Meister – wówczas już taktownie usunięty z firmy – oraz Case wyobrazili sobie wcześniej: najnowsze wiadomości, gry, prognozę pogody, horoskopy, recenzje, notowania giełdowe, informacje o operach mydlanych, centrum handlowe... oraz regularne awarie i przerwy w łączności, które stały się w świecie online czymś powszechnym. Ale co najważniejsze, Q-Link miał dla swoich użytkowników również miejsce z aktywnymi BBS-ami i czatami na żywo, nazwane People Connection, umożliwiające członkom tworzenie społeczności.

Licząc od początku 1986 roku, w ciągu dwóch miesięcy Q-Link zyskał 10 tysięcy użytkowników. Potem jednak wzrost przyhamował, głównie z powodu znacznego spadku sprzedaży komputerów Commodore, wypieranych przez produkty Apple'a i innych firm. „Musimy przejąć kontrolę nad naszą przyszłością” – oświadczył Kimsey Case'owi²⁹. Było już jasne, że jeśli Quantum ma się rozwijać, musi stworzyć usługi online dla użytkowników innych rodzajów komputerów, przede wszystkim Apple'a.

Case przystąpił do przekonywania członków kierownictwa Apple'a z nieustępliwością naturalną dla człowieka o tak cierpliwym usposobieniu. Z Apple'em jednak, nawet po ustąpieniu jego kontrolującego wszystko współzałożyciela Steve'a Jobsa, trudno było nawiązać współpracę. Dlatego Case przejechał w poprzek cały kraj i wynajął mieszkanie w Cupertino w pobliżu siedziby głównej Apple'a. Stamtąd prowadził obłężenie. Uznał,

że wśród jednostek organizacyjnych Apple'a jest wiele takich, które powinno dać się podbić, a na dodatek udało mu się wywalczyć niewielkie biurko wewnątrz firmy. Mimo reputacji człowieka zamkniętego w sobie Steve Case wyróżniał się specyficznym poczuciem humoru. Na zdobytym biurku ustawił tabliczkę z napisem „Steve jest zakładnikiem od...”^{iv} i liczbą dni, które tam przebywał³⁰. W 1987 roku, po trzech miesiącach codziennej kampanii, w końcu osiągnął cel. Dział obsługi klienta Apple'a zgodził się zawrzeć z Quantum umowę na świadczenie usługi o nazwie AppleLink. Kiedy uruchamiano ją rok później, w pierwszym czacie na żywo wziął udział uroczy współzałożyciel Apple'a Steve Wozniak.

Case podjął następnie starania o zawarcie podobnej umowy z firmą Tandy, dla której uruchomił usługę PC-Link. Wkrótce jednak doszedł do wniosku, że obrana przez nich strategia tworzenia prywatnych usług online dla poszczególnych marek komputerów na dłuższą metę się nie sprawdzi. Użytkownicy jednej usługi nie mogli się łączyć z korzystającymi z innej. Na dodatek wytwórcy komputerów kontrolowali produkty, marketing i przyszłość Quantum. „Słuchajcie, nie możemy dłużej polegać na tej współpracy – oznajmił swojemu zespołowi. – Musimy stanąć na własnych nogach i stworzyć własną markę”³¹.

Potrzeba ta stała się znacznie pilniejsza, gdy popsuły się relacje z Apple'em. „Decydenci w Apple'u stwierdzili, że nie odpowiada im, żeby firma z zewnątrz posługiwała się marką Apple – wyjaśnił Case. – Decyzja Apple'a o odebraniu nam licencji zmusiła nas do zmiany marki”³². Case i Kimsey postanowili połączyć użytkowników wszystkich trzech usług, oferując im jeden wspólny serwis online z własną marką. Postanowili też zastosować podejście, które Bill Gates wprowadził w świecie oprogramowania: usługi online miały być niezależne od sprzętu i działać na wszystkich platformach komputerowych.

Teraz pozostało im jeszcze wymyślić nazwę. Pomysłów było mnóstwo, na przykład Crossroads czy Quantum 2000, ale wszystkie brzmiały dla nich jak nazwy religijnych samotni albo funduszy powierniczych. Wówczas Case wystąpił z propozycją „America Online”, wprawiając w osłupienie

część kolegów. Nazwa była sentymentalna i niezręcznie patriotyczna. Ale Case'owi się podobała. Podobnie jak Jobs ze swoim Apple był przekonany, że ważne jest, by nazwa była „prosta, nieonieśmielająca, a nawet nieco naiwna”, jak później powiedział³³. Nie mieli pieniędzy na marketing, toteż potrzebowali nazwy, która jasno określi, na czym polega ich usługa. A nazwa „America Online” doskonale ten warunek spełniała.

Wkrótce serwis zaczęto powszechnie określać skrótem AOL. Rzeczywiście nie onieśmielał, a korzystanie z niego było łatwe. Case zastosował dwie nauki, które wyciągnął z pracy w Procter & Gamble: produkt musi być prosty, a jego debiut wsparty bezpłatnymi próbkami. Dlatego Stany Zjednoczone zostały zalane dyskiecikami z oprogramowaniem pozwalającym przez dwa miesiące bezpłatnie korzystać z serwisu. Mąż jednej z pierwszych pracownic AOL-u, aktor Elwood Edwards, pracujący głównie jako lektor, nagrał radosne powitania: „Witaj!” i „Masz wiadomość!”, nadające usłudze przyjazny charakter. I tak Ameryka weszła w erę online.

Case doskonale rozumiał, że sekretным składnikiem decydującym o sukcesie nie są gry ani publikowane treści, lecz zaspokojenie ludzkiej potrzeby więzi. „Postawiliśmy przede wszystkim, już w 1985 roku, na to, co nazywaliśmy społecznością – wspominał. – Teraz mówi się o tym media społecznościowe. Uznaliśmy, że przebojem internetu będą ludzie. Ludzie kontaktujący się ze znajomymi w nowy, wygodniejszy sposób, ale też z osobami jeszcze nieznanymi, które powinni poznać, bo mają wspólne zainteresowania”³⁴. W pierwotnej ofercie AOL-u były chatroomy, komunikator, listy znajomych i wiadomości tekstowe. Poza tym, podobnie jak w The Source, dostępne były najnowsze wiadomości, sport, pogoda i horoskopy. Ale koncentrowano się przede wszystkim na sieciach społecznych. „Wszystko inne – handel, rozrywka, usługi finansowe – miało drugorzędne znaczenie – stwierdził Case. – Uważaliśmy, że społeczność przebija treść”³⁵.

Szczególnie popularne były chatroomy, w których mogły się zbierać osoby o podobnych zainteresowaniach – czy to były komputery, seks, czy

operę mydlaną. Mogli nawet oddalić się do „prywatnych pokojów”, żeby za obopólną zgodą rozmawiać we dwójkę, lub odwrotnie, udać się do jednego z „audytoriów”, gdzie można było trafić na sesję ze sławną osobą. Użytkowników AOL-u nie nazywano klientami ani abonentami, tylko członkami. Serwis doskonale się rozwijał, bo umożliwiał tworzenie sieci społecznej. CompuServe i Prodigy, które początkowo oferowały głównie usługi zakupowe i informacyjne, też później postępowały podobnie. Na przykład CompuServe uruchomił CB Simulator, który pozwalał odtworzyć w formie tekstowej szaloną przyjemność rozmawiania przez CB-radio.

Kimsey, niegdysiejszy właściciel barów, nigdy nie potrafił tak naprawdę zrozumieć, dlaczego zdrowi ludzie chcą spędzać sobotnie wieczory na rozmowach online i korzystaniu z BBS-ów. „Ale przyznaj szczerze, nie sądzisz, że to kompletny idiotyzm, jedno wielkie gówno?” – wypytywał Case’a pół żartem, pół serio³⁶. Ten jednak tylko kręcił głową. Wiedział, że ten kucyk tam jest.

Al Gore i wieczny wrzesień

Opisywane powyżej serwisy online powstawały niezależnie od internetu. W tamtych czasach obowiązujące przepisy i praktyki uniemożliwiały firmom handlowym udostępnianie bezpośredniego połączenia ze światową siecią zwykłym ludziom niezwiązanym z instytucjami edukacyjnymi lub badawczymi. „Teraz to się wydaje śmieszne, ale do 1992 roku podłączenie serwisu komercyjnego, takiego jak AOL, do internetu było niezgodne z prawem” – wyjaśnił Steve Case³⁷.

Z początkiem 1993 roku sytuacja się zmieniła i internet udostępniono wszystkim. Wprowadziło to dezorganizację w prywatnych serwisach, które wcześniej przypominały chronione murem ogrody. W związku z zalewem nowych członków przekształceniu uległ również sam internet. Ale co najważniejsze, dzięki tej zmianie poszczególne nurty cyfrowej rewolucji zaczęły się wreszcie łączyć w sposób zgodny z wyobrażeniami Busha, Licklidera i Engelbarta. Sieci komputerowe i telekomunikacyjne oraz

zasoby informacji cyfrowych zostały splecione razem i udostępnione wszystkim chętnym.

Przemiany ruszyły pełną parą, kiedy AOL, idąc za przykładem mniejszego konkurenta o nazwie Delphi, otworzył we wrześniu 1993 roku portal umożliwiający jego członkom dostęp do internetowych grup dyskusyjnych i BBS-ów. Zdaniem weteranów internetu, patrzących z lekceważeniem na napływających nowych użytkowników, zaczął się wówczas „wieczny wrzesień”. Nazwa ta odnosiła się do tego, że wcześniej co roku we wrześniu na uniwersytety docierała fala nowo przyjętych studentów, którzy przez sieci w swoich kampusach zyskiwali dostęp do internetu. Na początku zamieszczali wpisy o żenującej treści, które denerwowały stałych bywalców, ale w ciągu mniej więcej miesiąca przyswajali sobie podstawy netykiety. Tymczasem od 1993 roku, po otwarciu tam, zaczął się nieustający napływ nowicjuszy nieświadomych norm zachowania. Sieć przestała być elitarna. „Wrzesień 1993 roku zapisze się w historii Usenetu jako wrzesień, który nigdy się nie skończył” – napisał Dave Fisher w poście ze stycznia 1994 roku³⁸. Niebawem powstała grupa dyskusyjna alt.aol-sucks, gdzie weterani światowej sieci mogli wymieniać się narzekaniami. W jednym z postów można było przeczytać, że intruzi z AOL-u „byli tak nieogarnięci, że nie pomogłoby im nawet, gdyby wszystko dało się zrobić jednym kliknięciem w wielki, walący po oczach przycisk z napisem KLIKNIJ TU”³⁹. W rzeczywistości demokratyzacja internetu była czymś bardzo dobrym, ale starzy wyjadacze potrzebowali czasu, żeby to docenić.

Szerokie otwarcie dostępu do internetu, które utorowało drogę erze niezwykłych innowacji, nie było kwestią przypadku. W rzeczywistości był to skutek polityki rządu, starannie przemyślanej w ponadpartyjnej atmosferze, polityki, która miała zapewnić Stanom Zjednoczonym przewagę w budowaniu gospodarki ery informacyjnej. Bardzo ważną rolę odegrał w tym procesie senator Al Gore z Tennessee, co może być zaskoczeniem dla osób znających go głównie jako temat żartów

dotyczących przegranych wyborów prezydenckich.

Ojciec Ala Gore'a także był senatorem. „Pamiętam, jak jechałem z tatą samochodem z Carthage do Nashville, a on opowiadał, że potrzebujemy lepszych dróg niż tamte dwupasmówki – wspominał niegdyś Gore. – One nie sprostają naszym potrzebom”⁴⁰. Gore senior uczestniczył w pracach nad ponadpartyjnymi przepisami, które umożliwiły zbudowanie międzystanowych autostrad, co dla jego syna stało się inspiracją do walki o – jak to nazwał – „superautostradę informacyjną”.

W 1986 roku Gore zlecił w Kongresie badania obejmujące szereg zagadnień, w tym tworzenie centrów superkomputerowych, łączenie ze sobą sieci różnych instytucji badawczych, zwiększanie przepustowości łączy i udostępnianie ich szerszemu gronu użytkowników. Grupie przygotowującej raport z tych badań przewodniczył Len Kleinrock, który wcześniej przyczynił się do stworzenia ARPANET-u. Ustalenia tego raportu poparte szczegółowymi przesłuchaniami w Kongresie doprowadziły w 1991 roku do uchwalenia High Performance Computing Act (Ustawy o wysokowydajnej komputeryzacji), zwanej często ustawą Gore'a, a w 1992 roku Scientific and Advanced Technology Act (Ustawy o nauce i zaawansowanej technologii). Dzięki nim sieci komercyjne, takie jak AOL, mogły zostać połączone z sieciami zarządzanymi przez Narodową Fundację Nauki i w praktyce zyskać dostęp do samego internetu. Po wyborze na wiceprezydenta w 1992 roku Gore pilotował jeszcze uchwaloną w 1993 roku National Information Infrastructure Act (Ustawę o narodowej strukturze informacyjnej), która otworzyła dostęp do internetu ogółowi społeczeństwa i zbliżyła światową sieć do sfery komercyjnej, dzięki czemu jej dalszy rozwój przestał być uzależniony od inwestycji rządowych.

Kiedy mówiłem komuś, że piszę książkę o ludziach, którzy pomogli wynaleźć komputery i internet, często spotykałem się z żartobliwym pytaniem, szczególnie ze strony osób niemających specjalnego pojęcia o historii internetu: „Ach, masz na myśli Ala Gore'a?”. Zazwyczaj towarzyszył temu śmiech. Swoją drogą, świadczy to o poziomie naszego politycznego dyskursu, że jedno z wielkich ponadpartyjnych osiągnięć na

rzecz amerykańskich innowacji zostało przekształcone w anegdotę z powodu czegoś, czego Gore nigdy tak naprawdę nie powiedział – mianowicie, że „wynałazł” internet. Wszystko wzięło się stąd, że w marcu 1999 roku poproszony przez Wolfa Blitzera z CNN o opowiedzenie, co kwalifikuje go do kandydatury na urząd prezydenta, odparł między innymi: „Podczas pracy w Kongresie Stanów Zjednoczonych przejąłem inicjatywę w tworzeniu internetu”⁴¹. Owszem, niefortunnie sformułował myśl, co nie jest rzadkością podczas telewizyjnych wywiadów, ale nie użył słowa „wynałazłem”.

Gore’a bronili Vint Cerf i Bob Kahn, czyli dwaj z rzeczywistych twórców protokołów internetowych. „Nikt z uczestników życia publicznego nie był intelektualnie bardziej zaangażowany w pomoc przy tworzeniu klimatu dla rozkwitu internetu niż wiceprezydent” – napisali⁴². Nawet republikanin Newt Gingrich stanął w jego obronie, zauważając, że „Gore pracował nad tym przez długi czas. [...] Gore nie jest ojcem internetu, ale należy oddać mu sprawiedliwość, że to on jest osobą, która w Kongresie najbardziej systematycznie pracowała nad tym, by zapewnić nam dostęp do internetu”⁴³.

Upokorzenie Gore’a było zwiastunem nowej ery rosnącej stronnicości społeczeństwa i braku jego wiary w poczynania rządu. Dlatego właśnie warto przypomnieć, co doprowadziło do wiecznego wrzeźnia zapoczątkowanego w 1993 roku. W ciągu ponad trzydziestu lat rząd federalny we współpracy z prywatnymi przedsiębiorstwami i placówkami badawczymi zaprojektował i zbudował ogromną infrastrukturę, przypominającą system autostrad międzystanowych, lecz bez porównania bardziej złożoną, a następnie udostępnił ją zwykłym obywatelom i firmom. Fundusze na ten cel pochodziły głównie z budżetu państwa, ale zwróciły się tysiące razy, przyczyniając się do zapoczątkowania nowej gospodarki i ery wzrostu gospodarczego.

i <http://akson.sgh.waw.pl/~jp20663/cyber/fopowiad.htm>, tłum. Piotr W. Cholewa – przyp. tłum.

[ii](#) Obecnie Ethernet i Wi-Fi umożliwiają transmisję danych z szybkością miliarda bitów na sekundę, czyli ponad trzy miliony razy szybciej.

[iii](#) Później Western Union wykupił tę firmę i oferował jej usługi pod nazwą Mailgram.

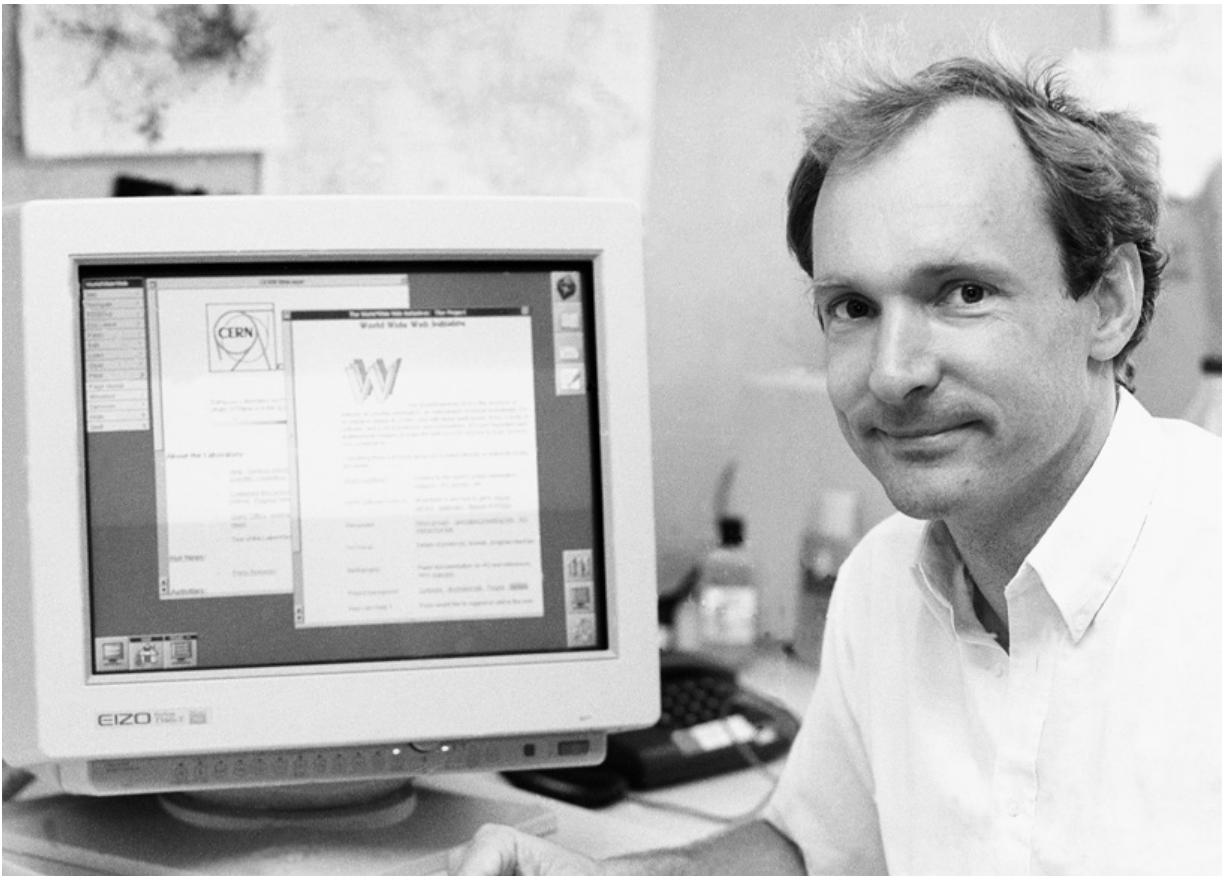
[iv](#) Nawiązanie do sformułowania używanego po tym, jak w 1980 roku Iran wziął jako zakładników grupę Amerykanów.

Rozdział 11

WWW

Od chwili pojawienia się modemów i pierwszych usług sieciowych praktycznie każdy użytkownik komputera mógł się połączyć z internetem. Większość nie widziała w tym jednak sensu. Wczesny internet był bagnistą dżunglą, która nie widniała na żadnej mapie, do tego pełną tajemniczych zarośli o nazwach w rodzaju alt.config albo Wide Area Information Server (dosł. Serwer Informacji Rozległego Obszaru), przez które chciało się przedzierać wyłącznie najbardziej niezłomnym pionierom.

Na szczęście na początku lat dziewięćdziesiątych, w tym samym okresie, w którym usługi online zaczynały otwierać się na internet, jak spod ziemi pojawiła się nowa metoda publikowania i wyszukiwania treści. Sprawiała ona, że hermetycznie opakowane usługi online straciły prawo bytu, i spełniła – ba, znacznie przerosła – utopijne wyobrażenia Busha, Licklidera i Engelbarta. Metoda ta w porównaniu z większością innowacji ery cyfrowej była w stosunkowo dużym stopniu dziełem jednego człowieka, który nazwał ją World Wide Web (dosł. Sieć Ogólnoświatowa), oddając w ten sposób zarówno jej – jak i swój własny – jednocześnie prosty i ekspansywny charakter.



Tim Berners-Lee (ur. 1955)



Marc Andreessen (ur. 1971)



Justin Hall (ur. 1974) i Howard Rheingold (ur. 1947) w 1995 roku

Tim Berners-Lee

Tim Berners-Lee wychował się w latach sześćdziesiątych na obrzeżach Londynu i już jako dziecko zrozumiał pewną fundamentalną prawidłowość: komputery doskonale radziły sobie z wykonywaniem krok po kroku zadanych programów, ale w odróżnieniu od obdarzonych wyobraźnią ludzi, nie dostrzegały nieprzewidzianych korelacji i nie tworzyły pomysłowych powiązań.

Mało które dziecko rozważa tak złożone tematy, ale Berners-Lee był synem dwojga informatyków. Jego rodzice zajmowali się programowaniem Ferranti Mark I – komercyjnej odmiany komputera z programami zapisanymi w pamięci, dzieła naukowców z Uniwersytetu Manchesterskiego. Pewnego wieczoru ojciec Tima, któremu przełożony zlecił przygotowanie wystąpienia na temat tego, jak można by uczynić komputery bardziej intuicyjnymi, omówił z synem kilka książek na temat

ludzkiego mózgu, które czytał. Berners-Lee wspomina: „Utkwiło mi w głowie, że komputery mogłyby stać się dużo potężniejsze, gdyby zaprogramować im umiejętność łączenia ze sobą niepowiązanych informacji”¹. Rozmowa otarła się też o koncepcję uniwersalnej maszyny Turinga. „Pomogło mi to zdać sobie sprawę, że jedynym, co ogranicza nas w znajdowaniu zastosowań dla komputerów, jest nasza wyobraźnia”².

Berners-Lee przyszedł na świat w tym samym roku co Bill Gates i Steve Jobs (1955) i zawsze uważał, że był to wyjątkowo szczęśliwy okres dla ludzi, którzy zainteresowali się elektroniką. Dzieciom z tego pokolenia bardzo łatwo było zdobyć podstawowy sprzęt i części potrzebne do majsterkowania. „Wszystko pojawiało się w odpowiednim czasie – wyjaśnił. – Za każdym razem kiedy opanowaliśmy jakąś technologię, firmy zaczynały produkować coś o większych możliwościach, na co było nas stać z kieszonkowego”³.

W szkole podstawowej Berners-Lee wraz z przyjacielem spędzali dużo czasu w sklepach hobbystycznych i wydawali otrzymywane od rodziców pieniądze na elektromagnesy. Montowali z nich własne przekaźniki i przełączniki. „Wbijało się elektromagnes w deskę – wspominał. – Po włączeniu przyciągał kawałek cyny, co zamykało obwód”. Pozwoliło im to dogłębnie zrozumieć, czym tak naprawdę był bit, jak można go było przechować i co można było zrobić za pomocą obwodu elektrycznego. Akurat kiedy możliwości prostych przełączników elektromagnetycznych przestały im wystarczać, upowszechniły się tranzystory, i to na tyle, że grupka dzieciaków mogła stosunkowo tanio kupić torebkę zawierającą sto sztuk. „Nauczyliśmy się testować tranzystory i zastępować nimi przekaźniki, które skonstruowaliśmy wcześniej”⁴. Bawiąc się w ten sposób, Tim mógł sobie szczegółowo wizualizować, co robi każdy element, porównując jego działanie do starych przełączników elektromagnetycznych. Z tranzystorów zbudował generator dźwięków i kontroler prędkości do swojej kolejki elektrycznej.

„Zaczęliśmy sobie wyobrażać bardzo skomplikowane obwody logiczne, ale budowanie ich pozostawało poza naszym zasięgiem, bo wymagało zbyt

wielu tranzystorów” – tłumaczył. Jednak kiedy tylko zderzył się z tym murem, w miejscowym sklepie elektronicznym pojawiły się układy scalone. „Kupowałeś torebki chipów za pieniądze z kieszonkowego i w końcu docierało do ciebie, że mógłbyś z nich zbudować rdzeń komputera”⁵. Co więcej, nie tylko zbudować, ale i zrozumieć, bo Berners-Lee doszedł do tego wszystkiego samodzielnie, zaczynając od zabawy z prostymi przełącznikami.

Podczas ostatnich letnich wakacji przed wyjazdem na Oxford Berners-Lee najął się do pracy w tartaku. Pewnego dnia, wysypując trociny do śmieci, zauważył w kontenerze stary mechaniczno-elektroniczny kalkulator. Zabrał go do domu, podłączył do szeregu swoich przełączników i tranzystorów i szybko przerobił na skromny komputer. Kupił też w zakładzie naprawczym zepsuty telewizor i po rozgryzieniu, jak działają jego lampy próżniowe, wykorzystał kineskop jako wyświetlacz⁶.

W czasie gdy Berners-Lee odbywał studia na Oxfordzie, na rynku pojawiły się mikroprocesory. Zaczął więc wspólnie z kolegami projektować płyty główne, które próbował sprzedawać podobnie jak Wozniak i Jobs. Nie poszło im to jednak tak dobrze jak Steve’om, a to po części dlatego, że, jak wyjaśnił później: „w odróżnieniu od chłopaków z Homebrew i Doliny Krzemowej, nie otaczała nas odpowiednia mieszanka kulturowa ani ludzie spragnieni komputerów”⁷. Innowacje rodzą się bowiem ze specyficznej zupy pierwotnej, której w hrabstwie Oxford w latach siedemdziesiątych zwyczajnie nie było.

Samodzielna edukacja metodą krok po kroku, poczynając od przełączników elektromagnetycznych, a na mikroprocesorach kończąc, dała Bernersowi-Lee bardzo dogłębną wiedzę z zakresu elektroniki. „Kiedy nabyłeś doświadczenia przy samodzielnym konstruowaniu różnych rzeczy, czujesz się pewnie, słysząc, że chip albo obwód, którego używasz, bazuje na przekaźnikach, bo wiesz, że mógłbyś sam go zbudować – opowiedział. – Dziś dzieciak dostaje MacBooka i widzi w nim zwykły sprzęt użytkowy. Traktuje go jak lodówkę, która nieważne jak działa, byleby była pełna smacznego jedzenia. Nie rozumie w pełni tego, co rozumiałem ja i moi

rodzice, czyli że jedynym, co nas ogranicza w pracy z komputerem, jest nasza własna wyobraźnia”⁸.

Berners-Lee zapamiętał z dzieciństwa coś jeszcze. Utkwił mu mianowicie w pamięci wiktoriański almanach i poradnik, który mieli w domu jego rodzice, o magicznym, acz trącącym myszką tytule *Enquire Within Upon Everything* („Zajrzyj do środka, cokolwiek chcesz wiedzieć”). Jego wstęp głosił: „Nieważne, czy pragnieniem twym będzie wyrzeźbić kwiat w wosku, poznać zasady etykiety towarzyskiej, podać smakołyk na śniadanie lub kolację, zaplanować kolację dla wielu bądź kilku gości, poskromić ból głowy, sporządzić testament, wyjść za mąż, pochować krewnego, czy też zrobić, przygotować bądź wykorzystać cokolwiek innego, pod warunkiem iż to coś ma związek z prowadzeniem domu, mam nadzieję, że nie zapomnisz »zajrzeć do środka«”⁹. W pewnym sensie almanach ten był dziewiętnastowieczną odmianą *Whole Earth Catalog* – podobnie jak on, wypełniony był po brzegi przypadkowo zebranymi, luźno powiązanymi informacjami oraz opatrzony solidnym indeksem. „Osoby poszukujące odpowiedzi zachęca się do skorzystania z indeksu umieszczonego na końcu” – instruowała strona tytułowa. W 1894 roku *Enquire* miał już na koncie osiemdziesiąt dziewięć edycji i 1 188 000 sprzedanych egzemplarzy. „Stanowił bramę do świata informacji na każdy temat, od wywabiania plam na ubraniach po inwestowanie pieniędzy – wyjaśnił Berners-Lee. – Nie był idealną analogią sieci, ale mógł posłużyć za skromny punkt wyjściowy”¹⁰.

Jeszcze innym zagadnieniem, które zajmowało Bernersa-Lee od czasów dzieciństwa, była zdolność ludzkiego mózgu do tworzenia pozornie losowych powiązań. Dla człowieka nie jest niczym dziwnym, kiedy zapach kawy przywołuje obraz sukienki, którą miała na sobie jego przyjaciółka, kiedy ostatni raz pili razem kawę. Maszyna z kolei potrafi powiązać ze sobą wyłącznie te fakty, do których łączenia została zaprogramowana. Bernersa-Lee interesowała też praca zespołowa. „Załóżmy, że masz pół rozwiązania w swoim mózgu, a ja pół w swoim – wyjaśnił. – Jeśli usiądziemy razem przy stole, może się zdarzyć, że zacznę jakiś temat, ty dopowiesz resztę i od

razu wywołamy burzę mózgów. Cokolwiek zapiszesz na tablicy, reszta zaraz zgłosi poprawki. Jak moglibyśmy pracować w ten sposób, będąc odseparowani?”¹¹

Wszystkie te zainteresowania, od *Enquire Within* po zdolność mózgu do tworzenia losowych powiązań i pracy zespołowej, kołatały się Bernersowi-Lee w głowie, kiedy odbierał dyplom ukończenia studiów. Dopiero później pojawił coś ważnego na temat innowacji: nowe pomysły pojawiają się wówczas, kiedy wiele niepowiązanych koncepcji kłębi się razem wystarczająco długo, by w pewnej chwili przypadkiem połączyć się w całość. Opisał ten proces następująco: „Skrawki pomysłów krążą człowiekowi po głowie. Pochodzą z najróżniejszych miejsc, ale umysł na swój cudowny sposób przerzuca je z miejsca na miejsce, aż pewnego dnia udaje mu się je wzajemnie dopasować. Czasami dopasowanie to jest kiepskie i wtedy trzeba się wybrać na przejażdżkę rowerem czy coś w tym rodzaju, żeby sobie to lepiej poukładać”¹².

W przypadku Bernersa-Lee jego własne innowacyjne pomysły zaczęły układać się w sensowną całość, kiedy zatrudnił się jako konsultant techniczny w ośrodku CERN niedaleko Genewy – tym samym, który mieści gigantycznych rozmiarów akcelerator i laboratorium fizyki cząstek elementarnych. Jego zadaniem było katalogowanie powiązań pomiędzy mniej więcej 10 tysiącami badaczy, ich narzędziami pracy i projektami. Osoby te, podobnie jak ich komputery, posługiwały się najróżniejszymi językami i co rusz nawiązywały nowe kontakty. Zadaniem Bernersa-Lee było mieć na nich wszystkich oko, napisał więc program, który miał mu w tym pomóc. Zaprojektował go, opierając się na spostrzeżeniu, że pracownicy, którzy tłumaczyli mu zawiłości CERN-owskich współzależności, często posiłkowali się diagramami złożonymi z licznych strzałek. Berners-Lee opracował metodę, która pozwalała mu naśladować tę technikę na komputerze. Wpisywał nazwisko osoby albo nazwę projektu, po czym zakładał szereg „linków” odzwierciedlających istniejące powiązania. Swój program – w hołdzie ukochanemu almanachowi z lat dziecięcych – nazwał *Enquire*.

„Lubiłem Enquire – napisał później – bo przechowywał informacje bez uciekania się do struktur w rodzaju macierzy czy drzew”¹³. Struktury te charakteryzuje hierarchiczność, która kłóci się z nieprzewidywalną naturą ludzkiego rozumowania. W miarę opracowywania Enquire Berners-Lee rozwijał w myślach coraz bardziej ambitną wizję tego, czym w przyszłości mógłby stać się jego program. „Założmy, że uda się powiązać wszystkie dane zgromadzone na komputerach. Mielibyśmy wtedy do czynienia z jedną globalną przestrzenią informacyjną. Powstałaby sieć informacji”¹⁴. Berners-Lee wówczas nie zdawał sobie z tego sprawy, ale wyobraził sobie memex Vannevara Busha – urządzenie zdolne przechowywać, opatrywać odnośnikami i pobierać informacje – tyle że w wersji globalnej.

Niestety, prace nad Enquire wciąż były na bardzo wczesnym etapie, kiedy kontrakt Bernersa-Lee dobiegł końca. Komputer, na którym pracował, został w ośrodku, podobnie jak ośmiocalowa dyskietka zawierająca cały kod, który niedługo później usunięto. Enquire poszedł w zapomnienie. Przez kilka kolejnych lat Berners-Lee pracował w Anglii dla firmy tworzącej oprogramowanie do przygotowywania dokumentów do druku, a kiedy się tym znużył, napisał do CERN-u z kolejnym podaniem o pracę, tym razem już na pełnoprawne stanowisko naukowe. We wrześniu 1984 roku wrócił pod Genewę i dołączył do zespołu odpowiedzialnego za gromadzenie wyników wszystkich eksperymentów prowadzonych w instytucie.

CERN był kulturowym tygłem. Badacze najróżniejszych narodowości pracowali z systemami komputerowymi wykorzystującymi dziesiątki języków programowania. Mimo to jakoś musieli dzielić się informacjami. „Dzięki tej usieciowanej różnorodności – wspominał Berners-Lee – CERN był miniaturowym modelem świata”¹⁵. Obracając się w tym środowisku, Berners-Lee wrócił do swoich dziecięcych rozmyślań na temat tego, jak ludzie o różnych perspektywach pomagają sobie nawzajem przekuć połowicznie ukształtowane koncepcje w nowe idee z prawdziwego zdarzenia. „Zawsze mnie interesowało, jak ludzie kooperują. Sam dużo pracowałem z osobami z innych instytutów i uniwersytetów i zwróciłem

uwagę na ich nieodłączną potrzebę współpracy. Gdyby ich umieścić w jednym pomieszczeniu, zapisaliby całą tablicę. Myślałem nad systemem, który pozwoliłby urządzać burze mózgów i zarządzać kolektywną pamięcią uczestników danego projektu”¹⁶.

Jego zdaniem taki system połączyłby ludzi z odległych miejsc w sposób, który dałby im możliwość dokańczania nawzajem swoich zdań. Pozwoliłby uzupełniać wstępnie zarysowane koncepcje o różne ciekawe przemyślenia. „Chciałem, żeby było to coś, co umożliwiłoby nam wspólną pracę, wspólne projektowanie – powiedział Berners-Lee. – Najbardziej interesujące w projektowaniu jest to, że mnóstwo ludzi z różnych zakątków planety może mieć w swoich głowach fragmenty odpowiedzi. Każdy zna jakiś mały element lekarstwa na AIDS albo rozumie pewne aspekty raka”¹⁷. Jego celem było otwarcie drzwi do zespołowej kreatywności osobom przebywającym z dala od siebie. Chciał stworzyć im warunki do wywoływania burz mózgów, do których naturalnie dochodzi wówczas, kiedy ludzie zbierają się w jednym miejscu, żeby porozmawiać o swoich pomysłach.

Berners-Lee zrekonstruował więc Enquire i zaczął się zastanawiać, jak rozszerzyć jego możliwości. „Chciałem, żeby dawał dostęp do informacji różnego rodzaju, na przykład artykułów technicznych wybranego badacza, instrukcji do różnych modułów oprogramowania, protokołów z zebrań, naprędce nabazgrozonych notatek i tak dalej”¹⁸. Tak naprawdę zaś myślał o czymś o wiele większym. Pod jego spolegliwą powierzchownością urodzonego programisty kryła się łobuzerska ciekawość, która za młodu kazała mu przesiadywać po nocach z *Enquire Within Upon Everything*. Nie wystarczało mu, że opracuje system zarządzania danymi. Pragnął stworzyć zespołowy plac zabaw. „Chciałem zbudować kreatywną przestrzeń – wspominał później – coś w rodzaju piaskownicy, w której wszyscy mogliby się wspólnie bawić”¹⁹.

Berners-Lee natknął się w końcu na proste rozwiązanie umożliwiające tworzenie takich powiązań, na jakich mu zależało. Mowa o znanym dziś każdemu, kto choćby otarł się o WWW, hipertekście: sposobie kodowania

słów i fraz w taki sposób, że po kliknięciu przenoszą czytającego do innego dokumentu albo miejsca na stronie. Koncepcja ta pojawiła się po raz pierwszy w opisie memexu Vannevara Busha, a obecną nazwę nadał jej w 1963 wizjoner nazwiskiem Ted Nelson. Nelson był autorem rozkosznie ambitnego, aczkolwiek nigdy niezrealizowanego w pełni projektu Xanadu, który zakładał, że wszystkie dane w internecie będą publikowane z linkami hipertekstowymi prowadzącymi od i do powiązanych informacji.

Hipertekst sprawił, że powiązania, które stanowiły sedno programu Bernersa-Lee, zaczęły mnożyć się jak króliki. Ktokolwiek chciał, mógł, nie pytając o pozwolenie, linkować do dokumentów znajdujących się na innych komputerach, nawet z innym systemem operacyjnym. „Wersja programu Enquire, która pozwalała tworzyć linki hipertekstowe do zewnętrznych źródeł, była jak wyjście z więzienia – zachwycał się Berners-Lee. – Mogliśmy zakładać nowe sieci wiążące różne rodzaje komputerów”. Sieci te nie posiadały węzła centralnego ani ośrodka zarządzania. Aby założyć odnośnik do dokumentu, wystarczyło znać jego adres. Sprawilo to, że sieć powiązań zaczęła się błyskawicznie rozprzestrzeniać „na plecach internetu” – jak to ujął Berners-Lee²⁰. Po raz kolejny innowacyjne rozwiązanie powstało ze splotu dwóch poprzednich wynalazków: tym razem hipertekstu i internetu.

Posługując się komputerem NeXT – urodziwą hybrydą stacji roboczej i komputera osobistego, zaprojektowaną przez Steve’a Jobsa po tym, jak wygryziono go z Apple’a – Berners-Lee dostosował do potrzeb nowej sieci opracowany przez siebie protokół Remote Procedure Call (Zdalne Wywołanie Procedury), który pozwalał programom uruchamiać podprogramy na innych komputerach. W następnej kolejności opracował zasady nazewnictwa dokumentów. Jego pierwotny plan przewidywał, żeby każdemu zasobowi w sieci przypisywać Universal Document Identifier (Uniwersalny Identyfikator Dokumentu). Nieformalni nadzorcy internetu, czyli Internet Engineering Task Force, obruszyli się jednak na arogancję, jaką ich zdaniem było nazwanie własnego schematu uniwersalnym, i namówili Bernersa-Lee do użycia słowa „uniform” („ujednolicony”).

Ostatecznie zmuszono go do zmiany wszystkich trzech słów, co zaowocowało nazwą Uniform Resource Locator (Ujednolicony Adres Zasobu). Tak powstały powszechnie dziś znane i stosowane URL-e, czyli adresy w rodzaju <http://www.cern.ch>²¹. Do końca 1990 roku Berners-Lee opracował zestaw narzędzi, dzięki któremu jego sieć ożyła. Zawierał on Hypertext Transfer Protocol (HTTP), który umożliwił przesyłanie dokumentów hipertekstowych po sieci, Hypertext Markup Language (HTML), czyli hipertekstowy język znaczników do tworzenia stron, prostą przeglądarkę do pobierania i wyświetlania danych oraz oprogramowanie serwerowe, które reagowało na żądania przychodzące z sieci.

Cały ten system Berners-Lee miał już zaplanowany w marcu 1989 roku i wtedy też złożył na ręce wyższego kierownictwa CERN-u oficjalny wniosek o przyznanie finansowania. „Przy odrobinie szczęścia powstałby zasób danych, który następnie sam rozrastałby się i ewoluował – napisał. – »Sieć« notatek spiętych odnośnikami jest o wiele bardziej przydatna niż sztywny system hierarchiczny”²². Jego propozycja wywołała pewien entuzjazm, ale i konsternację. „Mało konkretne, ale intrygujące” – dopisał na górnym marginesie maszynopisu przełożony Bernersa-Lee, Mike Sendall. „Kiedy przeczytałem wniosek Tima – przyznał później – nie wiedziałem, o co chodzi, ale pomysł wydał mi się świetny”²³. Po raz kolejny genialny wynalazca znalazł się w sytuacji, w której potrzebował współpracownika, który pomógłby mu przekuć rewolucyjną koncepcję w rzeczywistość.

Za rozwój sieci Web bardziej niż w przypadku większości innowacji ery cyfrowej odpowiadała jedna osoba, jednak Berners-Lee nie mógł się obyć bez partnera. Na szczęście udało mu się znaleźć odpowiedniego towarzysza w osobie Roberta Cailliau, belgijskiego inżyniera zatrudnionego w CERN-ie, który od pewnego czasu sam rozważał podobne rozwiązania i zgodził się połączyć siły z Bernersem-Lee, który później stwierdził: „Robert był drużbą na ślubie hipertekstu i internetu”.

Obdarzony ujmującą powierzchownością i odnajdujący się

w biurokratycznych realiach Cailliau idealnie nadawał się na promotora i menedżera projektu Bernersa-Lee. Zawsze nieskazitelnie ubrany, chadzający do fryzjera z regularnością szwajcarskiego zegarka, był jednocześnie, jak wspominał Tim, jednym z „tych inżynierów, których wyprowadza z równowagi fakt, że wtyczki elektryczne z jednego kraju są niekompatybilne z gniazdkami w innych”²⁴. Ich współpraca ułożyła się według znajomego schematu: jeden pełnił funkcję wizjonera i pomysłodawcy produktów, drugi skrupulatnego menedżera projektu. Cailliau jako pasjonat planowania i organizacji zapewnił Bernersowi-Lee odpowiednie warunki, by ten mógł, jak to ujął, „zanurzyć się po czubek głowy w bitach i rozwinąć swoje oprogramowanie”. Kiedy pewnego razu chciał omówić z Bernersem-Lee plan projektu, okazało się, że „on najzwyczajniej w świecie nie rozumiał, po co mielibyśmy to robić!”²⁵. Cailliau wyeliminował ten problem.

Pierwszym wkładem Cailliau było dopracowanie wniosku o finansowanie tak, by pozostał ekscytujący, ale zawierał więcej konkretów. Zaczął od tytułu, który pierwotnie miał postać: *Information Management* („Zarządzanie informacją”). Uparł się, żeby znaleźć dla projektu bardziej chwytliwą nazwę, co uważał za stosunkowo łatwe zadanie. Berners-Lee miał już w zanadrzu kilka pomysłów. Pierwszy brzmiał: *Mine of Information* („Kopalnia informacji”), od czego skrótem było jednak MOI, czyli po francusku „ja”. Jak na charakter projektu, brzmiało to dość egocentrycznie. Inny wariant, który przyszedł mu do głowy, czyli *The Information Mine*, skutkował jeszcze bardziej kłopotliwym akronimem: TIM. Cailliau z kolei nie godził się na rozwiązanie (do którego często uciekano się w CERN-ie), by wykorzystać imię jednego z faraonów albo greckich bogów. Wreszcie Berners-Lee wymyślił coś, co bezpośrednio i trafnie opisywało naturę ich projektu. „Nazwijmy to World Wide Web” – powiedział. Tą samą metaforą posłużył się zresztą w pierwotnej wersji wniosku. Cailliau miał wątpliwości. „Nie możemy tego tak nazwać, bo wypowiedzenie skrótu WWW zajmuje więcej czasu niż pełnej nazwy!”²⁶ W rzeczy samej, skrótowiec WWW (w języku angielskim) zawiera trzy

razy więcej sylab niż sformułowanie „World Wide Web”. Berners-Lee potrafił się jednak wykazać stanowczością. „Brzmi dobrze” – oznajmił. Tym samym przyszła sieć otrzymała swoją ostateczną nazwę, wniosek zaś trafił do kierownictwa pod tytułem *WorldWideWeb: Proposal for a HyperText Project* („WorldWideWeb: propozycja projektu hipertekstowego”).

Administracja CERN-u, wzięwszy projekt oficjalnie pod swoje skrzydła, pomyślała, żeby go opatentować. Jednak Berners-Lee nie chciał o tym słyszeć. Zależało mu, by sieć jak najszybciej zdobywała użytkowników i ewoluowała, więc uważał, że powinna być darmowa i otwarta. Kiedy Cailliau poruszył z nim ten temat, Berners-Lee utkwiał w nim wzrok i spytał oskarżycielskim tonem: „Robert, czy tobie zależy na tym, żeby być bogatym?”. Cailliau wspomina, że jego pierwszą reakcją było: „Nie zaszkodziłoby, prawda?”²⁷. To nie była dobra odpowiedź. „Cóż, nie spodobało mu się to. Tim nie robi tego, co robi, dla pieniędzy. Toleruje hotele, w których nie postawiłby nogi żaden prezes dużej firmy”²⁸.

Bernersowi-Lee udało się dopiąć swego. Protokoły WWW miały raz na zawsze trafić do domeny publicznej, gdzie byłyby dostępne za darmo i bez żadnych ograniczeń. Głównym celem i esencją projektu WWW było však zachęcanie do dzielenia się i współpracy. CERN opublikował oficjalny dokument oznajmiający, że „zrzeka się wszelkich praw do niniejszego kodu, zarówno w jego formie źródłowej, jak i binarnej, i zezwala na jego nieograniczone użytkowanie, powielanie, modyfikowanie i rozpowszechnianie”²⁹; ostatecznie połączył siły z Richardem Stallmanem i przyjął jego otwartą licencję GPL. Zaowocowało to jednym z najwspanialszych projektów w dziejach wolnego i otwartego oprogramowania.

Podjęcie Bernersa-Lee było odzwierciedleniem jego skromnej natury. Należał do osób, które irytują wszelkie przejawy uwielbienia. Źródłem tego nastawienia była tłąca się w głębi jego serca moralność oparta na dzieleniu się i szacunku, wpojona mu przez Kościół Unitariański, do którego wstąpił już jako dorosły. O swoich współwyznawcach mówi, że „spotykają się

w kościołach, a nie w hotelach z łączami internetowymi, i rozmawiają o sprawiedliwości, pokoju, konfliktach i moralności, a nie o protokołach i formatach danych, ale pod innymi względami są bardzo podobni do Internet Engineering Task Force, mają do siebie nawzajem ten sam wielki szacunek. [...] Projektowanie internetu i WWW polega na poszukiwaniu zestawu reguł, który umożliwi komputerom harmonijną współpracę, natomiast duchowym i społecznym [celem naszego kościoła] jest znalezienie zestawu reguł, który umożliwi harmonijną współpracę ludziom”³⁰.

Tak jak wielu premierom produktów towarzyszy niebywale zamieszanie – wspomnijmy choćby upublicznienie tranzystora przez Bell Labs albo pierwszą prezentację Macintosha w wykonaniu Steve’a Jobsa – niektóre innowacje o przełomowym znaczeniu wkradają się na scenę historii na przysłowiowych paluszkach. 6 sierpnia 1991 roku Berners-Lee natknął się na następujące pytanie na grupie usenetowej alt.hypertext: „Czy ktokolwiek wie o badaniach albo pracach rozwojowych prowadzonych w kierunku [...] odnośników hipertekstowych umożliwiających pobieranie [danych] z wielorakich źródeł?”. W swojej odpowiedzi z nagłówkiem „from: timbl@info.cern.ch at 2:56 pm” po raz pierwszy podał do wiadomości publicznej istnienie WWW. „Projekt WorldWideWeb ma na celu umożliwić tworzenie odnośników do dowolnych informacji z dowolnego miejsca – zaczął. – Jeśli chcesz skorzystać z naszego kodu, napisz do mnie”³¹.

Przesadna skromność nie pozwoliła Bernersowi-Lee dostrzec, że jego powściągliwa odpowiedź wypuściła w świat niebywale potężną koncepcję. Odnośniki do dowolnych informacji z dowolnego miejsca. „Poświęciłem dużo czasu, żeby mieć pewność, że w sieci będzie się dało udostępnić wszystko – powiedział ponad dwadzieścia lat później. – Nie przewidziałem, że ludzie umieszczą w niej dosłownie wszystko”³². Wszystko. Jak w jego ulubionej książce.

Marc Andreessen i Mosaic

Przywoływanie na ekran komputera stron kryjących się w sieci wymaga oprogramowania zwanego przeglądarką. Berners-Lee napisał własną wersję takiego programu i w nadziei, że sieć stanie się miejscem umożliwiającym użytkownikom współpracę, dał jej możliwość zarówno wyświetlania, jak i edycji dokumentów. Jego przeglądarka działała jednak wyłącznie na komputerach NeXT, które na rynku występowały w śladowych ilościach. Co gorsza, nie miał czasu ani zasobów potrzebnych, by opracować dodatkowe wersje. Zwerbował więc młodą stażystkę, magistrantkę matematyki z Leicester Polytechnic Nicolę Pellow, i zlecił jej napisanie pierwszej uniwersalnej przeglądarki dla UNIX-a i systemów Microsoftu. Program, który stworzyła, był bardzo skromny, ale działał. „To miało być narzędzie, które umożliwi sieci poczynienie pierwszych nieśmiałych kroków na scenie światowej, ale Pellow w ogóle się nie przejęła – wspominał Cailliau. – Uznała to za zadanie jak każde inne i po prostu wzięła się do pracy, nie mając pojęcia, że lada moment zapoczątkuje coś przechodzącego ludzkie wyobrażenie”³³. Krótco po ukończeniu zadania Pellow wróciła na uczelnię.

Berners-Lee zaczął wtedy aktywnie szukać chętnych do ulepszania jej programu: „Żywiołowo sugerowaliśmy wszystkim i wszędzie, że przydałoby się, by pisali przeglądarki”³⁴. Jesienią 1991 roku działało już pięć czy sześć eksperymentalnych wersji, dzięki którym sieć szybko rozprzestrzeniła się po europejskich ośrodkach badawczych.

W grudniu tego samego roku trafiła na drugą stronę Atlantyku. Berners-Lee wykorzystał w tym celu wizytę w CERN-ie Paula Kunza, fizyka cząstek elementarnych ze Stanford Linear Accelerator Center (Centrum Liniowego Akceleratora Stanforda). „Nie chciał słuchać moich wymówek i uparł się, żebym go odwiedził – wspominał Kunz, który martwił się wtedy, że będzie musiał znieść nudną demonstrację technik zarządzania danymi. – Potem jednak pokazał mi coś, co sprawiło, że ze zdumienia otworzyłem szeroko oczy”³⁵. Berners-Lee miał na swojej stacji NeXT uruchomioną przeglądarkę, która wyświetlała informacje pobrane z maszyny IBM-u znajdującej się gdzieś indziej. Kunz zabrał kopię CERN-

owskiego oprogramowania do Stanów i niedługo później założył pierwszy amerykański serwer WWW, <http://slacvm.clac.stanford.edu>.

W 1993 roku sieć WWW osiągnęła pierwszą prędkość kosmiczną. Na początku stycznia na świecie działało pięćdziesiąt serwerów, podczas gdy w październiku już pięćset. Jednym z powodów wzrostu popularności było to, że główną alternatywą w dostępie do informacji zamieszczonych w internecie był opracowany na Uniwersytecie Minnesoty protokół klient-serwer o nazwie Gopherⁱ, co do którego zaczęły krążyć plotki, że twórcy zastanawiają się nad pobieraniem opłat za korzystanie z oprogramowania serwerowego. Ważniejszy bodziec stanowiło jednak powstanie pierwszej przeglądarki, która była łatwa w instalacji i umożliwiała wyświetlanie grafiki na stronach. Nazywała się Mosaic, a stworzyli ją pracownicy National Center for Supercomputing Applications (NCSA, Narodowego Ośrodka Zastosowań Superkomputerów) na Uniwersytecie Illinois w Urbana-Champaign. Była to jedna z instytucji, które powstały dzięki ustawie Gore'a.

Mężczyznę, czy może raczej przerośniętym dzieciakiem, odpowiedzialnym za przeglądarkę Mosaic w największym zakresie był łagodny, ale obdarzony silnym charakterem student nazwiskiem Marc Andreessen – mierzący trochę ponad metr dziewięćdziesiąt, potężnie zbudowany wesołek urodzony w 1971 roku w stanie Iowa, ale wychowany w Wisconsin. Andreessen był wielkim fanem pionierów internetu; bardzo inspirowały go ich publikacje. „Kiedy w moje ręce trafił artykuł *As We May Think* Vannevara Busha, pomyślałem sobie: »O, proszę! On faktycznie na to wpadł!«. Bush wyobraził sobie internet tak klarownie, jak to było możliwe w czasach, kiedy ludzie nie mieli cyfrowych komputerów. Należał do tej samej ligii co Charles Babbage”. Do idoli Andreessena zaliczał się też Doug Engelbart. „Jego pracownia była czwartym w kolejności węzłem internetu. To tak, jakby u niego zainstalowano czwarty na świecie telefon. Musiał mieć niesamowitą intuicję, skoro dostrzegł, czym będzie internet, zanim go zbudowano”³⁶.

W listopadzie 1992 roku Andreessen miał okazję obejrzeć prezentację WWW i oniemiał z zachwytu. Połączył więc siły z pierwszorzędnym programistą z NCSA Erikiem Biną z zamiarem napisania bardziej ekscytującej przeglądarki. Obaj zakochali się w koncepcjach Bernersa-Lee, ale byli też zdania, że zespół z CERN-u zaimplementował je w sposób nudny i wyzuty z magii. „Gdyby ktoś stworzył odpowiednią przeglądarkę i serwer, mogłoby być bardzo interesująco – powiedział Andreessen Binie. – Spróbujmy, to się naprawdę powinno udać”³⁷.

Następne dwa miesiące ich życia były jednym wielkim maratonem programowania, który w niczym nie ustępował szaleństwom Billa Gatesa i Paula Allena. Zwykle kodowali przez trzy albo cztery dni prawie bez przerwy, czerpiąc energię wyłącznie z pochłanianych ciasteczek i mleka w przypadku Andreessena i skittlesów oraz mountain dew w przypadku Biny, po czym spali cały dzień, żeby odzyskać siły. Stanowili wspaniały zespół. Bina był metodycznym programistą, a Andreessen zapaleńcem napędzanym wizją wymarzonego produktu³⁸.

23 stycznia 1993 roku, też bez przesadnych fanfar, aczkolwiek trochę wylewniej niż Berners-Lee, kiedy podawał do wiadomości istnienie sieci WWW, marca@ncsa.uiuc.edu ogłosił powstanie przeglądarki Mosaic na internetowej grupie dyskusyjnej www-talk. „Na mocy uprawnień nadanych mi przez nie mam pojęcia kogo – zaczął – ogłaszam wydanie wersji alpha/beta 0.5 przygotowanego w NCSA, opartego na Motifie sieciowego systemu informacyjnego, połączonego z przeglądarką World Wide Web, X Mosaic”. Berners-Lee, który początkowo tylko się ucieszył, dwa dni później zamieścił odpowiedź o treści: „Fantastycznie! Co nowa przeglądarka, to bardziej seksowna”, po czym dodał Mosaic do wydłużającej się listy przeglądarek możliwych do pobrania z info.cern.ch³⁹.

Przeglądarka Mosaic zdobyła popularność, bo była łatwa w instalacji i pozwalała wyświetlać obrazy umieszczone bezpośrednio na stronach internetowych. Jeszcze większym źródłem popularności okazało się jednak to, że Andreessen rozumiał pewną regułę rządzącą przedsiębiorstwami ery cyfrowej: z fanatycznym oddaniem dostosowywał się do sugestii

użytkowników, spędzając czas na grupach dyskusyjnych i chłonąc wszystkie pomysły i narzekania. W oparciu o tę wiedzę nieustannie wypuszczał poprawione wersje programu. „To było niesamowite wrażenie: wypuścić produkt i chwilę później dowiedzieć się, co sądzą o nim ludzie – entuzjazmował się. – Ta pętla informacji zwrotnych pozwalała mi z miejsca zrozumieć, co działa dobrze, a co nie”⁴⁰.

Nacisk, jaki Andreessen kładł na ciągły rozwój, zrobił duże wrażenie na Bernersie-Lee. „Kiedy wysłało się mu raport o błędzie, dwie godziny później przysyłał łatkę”⁴¹. Lata później, jako inwestor venture capital, Andreessen postanowił trzymać się zasady, by stawiać na start-upy, których założyciele skupiali się na tworzeniu działających rozwiązań i wspieraniu klientów zamiast na wykresach i prezentacjach. „To ci pierwsi budują firmy zarabiające miliardy dolarów” – wyjaśnił⁴².

Niestety pod pewnym względem Berners-Lee zawiódł się na przeglądarce Andreessena. Choć rzeczywiście pozwoliła korzystać na stronach z różnorodnych, przyciągających oko mediów, stało się to kosztem możliwości łatwej edycji stron przez zwyczajnych użytkowników. W przeglądarce Bernersa-Lee można było bez trudu wprowadzać zmiany do czytanych dokumentów, niemal jak w edytorze tekstu. Andreessen z kolei wymagał od użytkowników, którzy chcieli tworzyć strony, by pisali własny kod strony w języku HTML i wgrywali go na serwer. Berners-Lee obawiał się, że ograniczy to pole do popisu ludziom pozbawionym umiejętności technicznych. W marcu 1993 roku po pewnym zebraniu w Chicago wybrał się więc „przez niekończące się pola kukurydzy” środkowego Illinois do NCSA, by porozmawiać z Andreessenem i Biną.

Dyskusja, którą odbyli, nie była miła. „Moje wcześniejsze spotkania z deweloperami przeglądarek odbywały się w atmosferze obopólnego zrozumienia – wspominał Berners-Lee. – Tam za to dało się wyczuć dziwne napięcie”. Berners-Lee odniósł wrażenie, że twórcy Mosaic, którzy zdążyli zatrudnić specjalistów public relations i zdobyć znaczny rozgłos, „starali się wywołać wrażenie, że są głównym ośrodkiem rozwoju sieci i koniec końców chcą przemianować WWW na Mosaic”⁴³. Sądził, że chcą przejąć

kontrolę nad siecią, a być może nawet na niej zarobićⁱⁱ.

Andreessena bawia wspomnienia Bernersa-Lee. „Spotkanie z Timem było bardziej jak odwiedziny głowy państwa niż normalne zebranie robocze. Sieć rozprzestrzeniała się już wtedy niczym pożar traw i trudno mu się było pogodzić, że wymknęła mu się z rąk”. Sprzeciw Bernersa-Lee wobec umieszczania obrazów na stronach wydał się Andreessenowi osobliwie purystyczny. „Chciał, żeby sieć była tekstowa – wspomina. – Konkretnie chodziło mu o to, żeby nie pojawiły się w niej kolorowe czasopisma. Miał bardzo dziewiczą wizję. Zasadniczo chciał, żeby służyła do udostępniania artykułów naukowych. Uważał, że obrazy to pierwszy stopień do piekła. Piekła, czyli multimediiów, magazynów, kolorów bijących po oczach, gier i ogólnie rzecz biorąc: produktów konsumenckich”. Andreessen jako człowiek otwarty na potrzeby klienta uważał to za akademickie brednie. „Ja tam jestem typowym wiejskim majsterkowiczem. Skoro ludzie chcą obrazków, to dostają obrazki. I tyle”⁴⁴.

Bardziej fundamentalnym zarzutem wobec Andreessena było to, że skupiał się na efektownych funkcjach graficznych, multimediami i ozdobnych czcionkach, natomiast pominął funkcjonalność, która zdaniem Bernersa-Lee powinna była znaleźć się w przeglądarce. Chodziło o narzędzia edycji umożliwiające użytkownikom współtworzenie stron. Nacisk na technologię wyświetlania zapoczątkował proces przemiany sieci z miejsca współpracy i zespołowej kreatywności w platformę wydawniczą dla posiadaczy serwerów. „Poczułem zawód, że Marc nie wyposażył Mosaic w narzędzia edycji – wyjaśnił Berners-Lee. – Myślę, że gdyby wytworzyła się tradycja postrzegania sieci bardziej jako medium współpracy niż publikacji, miałyby dziś o wiele większe możliwości”⁴⁵.

Wczesne wersje Mosaic dysponowały przyciskiem „współpracuj”, który pozwalał pobrać, zmodyfikować i z powrotem wgrać dokument. Przeglądarka miała jednak bardzo skromne możliwości edycji, a Andreessen uważał dalsze ich rozwijanie za stratę czasu. „Nie mogłem się nadziwić tej niemal powszechnej pogardzie dla pomysłu, by stworzyć edytor – narzekał Berners-Lee. – Brak edytora hipertekstu oznaczał, że

ludzie nie mieli narzędzi potrzebnych, by w pełni wykorzystać możliwości sieci jako medium bliskiej współpracy. Przeglądarki pozwalały na wyszukiwanie i rozprzestrzenianie informacji, ale na intuicyjną wspólną pracę już nie”⁴⁶. W pewnym sensie miał rację. Sieć odniosła niebywały sukces, ale świat byłby ciekawszym miejscem, gdyby rozwinęło się środowisko bardziej promujące kooperację.

Berners-Lee złożył przy okazji wizytę Tedowi Nelsonowi, który mieszkał na barce w Sausalito w pobliżu mostu Golden Gate. Nelson dwadzieścia pięć lat wcześniej zapoczątkował koncepcję sieci hipertekstowej, przedstawiając projekt o nazwie Xanadu. Spotkanie przebiegło w przyjemnej atmosferze, ale tym razem to Nelson miał pewne rzeczy za złe Bernersowi-Lee. Nie podobało mu się, że sieci WWW brakowało kluczowych elementów Xanadu⁴⁷. Nelson uważał, że sieć hipertekstowa powinna bazować na odnośnikach dwukierunkowych tworzonych za obopólną zgodą osoby linkującej i właściciela strony z pobieranymi informacjami. Układ ten przy okazji umożliwiłby rozliczanie się z twórcami treści poprzez mikrotransakcje. „HTML jest dokładnie tym, czemu staraliśmy się zapobiec – mnóstwo martwych odnośników, wyłącznie odnośniki wychodzące, cytaty bez wskazanego źródła, brak kontroli nad wersjami, brak zarządzania prawami autorskimi” – lamentował później Nelson⁴⁸.

Gdyby system dwukierunkowych odnośników Nelsona zdobył popularność, dałoby się mierzyć wykorzystanie linków i połączyć to z automatycznym przelewaniem małych opłat na konta producentów treści cyfrowych, co zupełnie zmieniłoby krajobraz branży wydawniczej, dziennikarskiej i blogowej. Gwarancja wynagrodzenia pozwoliłaby twórcom korzystać z różnorodnych modeli biznesowych, w tym zupełnie niezależnych od wpływów z reklam. Zamiast tego otrzymaliśmy sieć, w której agregatory treści często zarabiają więcej od ich wytwórców. Dziennikarze, zarówno ci z wielkich konglomeratów medialnych, jak i małych blogów, mają niewielki wybór opcji zarobkowych. Jak twierdzi Jaron Lanier, autor książki *Who Owns the Future?* („Do kogo należy

przyszłość?”), „pomysł, by finansować komunikację internetową z reklam, jest z natury samodestrukcyjny. Uniwersalne stosowanie odnośników zwrotnych dałoby każdemu, kogo informacja przydałaby się komuś innemu, podstawę do domagania się mikroopłaty”⁴⁹. System dwukierunkowych linków i mikrotransakcji wymagałby jednak elementów centralnego nadzoru i spowolniłby rozprzestrzenianie się sieci. Berners-Lee był mu więc przeciwny.

W latach 1993 i 1994, kiedy WWW przeżywało pierwszy rozkwit, byłem redaktorem działu nowych mediów w Time Inc. i zarządzałem strategią internetową firmy. Początkowo podpisaliśmy kontrakty z usługami dial-up w rodzaju AOL-u, CompuServe i Prodigy. Dostarczaliśmy im nasze treści, reklamowaliśmy ich produkty naszym prenumeratorom i zajmowaliśmy się moderacją chatów oraz grup dyskusyjnych, wokół których wyrósł szereg społeczności. Wszystko to przynosiło nam od jednego do dwóch milionów dolarów tantiem rocznie.

Gdy pojawiła się alternatywa dla prywatnych usług online w postaci otwartego internetu, wydało się nam, że to wspaniała okazja, by odzyskać panowanie nad czytelnikami i przyszłością czasopisma. W kwietniu 1994 roku odwiedziłem rozdanie National Magazine Awards i podczas lunchu odbyłem rozmowę z Louistem Rossetto, redaktorem naczelnym i założycielem „Wired”, na temat nowo powstałych protokołów internetowych i narzędzi wyszukiwania. Chciałem wiedzieć, który jego zdaniem najlepiej rokuje. Do wyboru mieliśmy Gopher, Archie, FTP i WWW. Rossetto wyraził opinię, że najlepiej zrobimy, stawiając na WWW, głównie ze względu na coraz ciekawsze możliwości graficzne wbudowywane w Mosaic i inne przeglądarki. W październiku 1994 zadebiutował szereg naszych witryn, jak i serwis Rossetto, HotWired.

Strategia, którą przyjęliśmy, składała się z dwóch elementów. Spróbowaliśmy przenieść do internetu nasze znane marki – „Time”, „People”, „Life”, „Fortune” i „Sports Illustrated” – a dodatkowo założyliśmy nowy portal, który nazwaliśmy Pathfinder. Na jego potrzeby

wyczarowaliśmy szereg nowych marek, od „Virtual Garden” po „Netly News”. Początkowo planowaliśmy pobierać niewielkie opłaty albo abonament, ale zadurzeni w nowym medium reklamodawcy z Madison Avenue pchali się drzwiami i oknami, żeby wykupić miejsce na bannerach, które umieściliśmy na naszych stronach. W rezultacie uznaliśmy, podobnie jak inne przedsiębiorstwa prasowe, że najrozsądniej będzie udostępniać nasze materiały za darmo, by przyciągnąć jak najwięcej potencjalnych celów dla reklamodawców.

Okazało się, że ten model biznesowy nie ma przyszłości⁵⁰. Liczba stron internetowych, a tym samym miejsc na reklamy, podwajała się co kilka miesięcy, podczas gdy pula pieniędzy, które skłonni byli wydać reklamodawcy, praktycznie nie uległa zmianie. Ceny przestrzeni reklamowej diametralnie spadły. Z zarabianiem na reklamach wiązał się też dylemat etyczny, bo dziennikarzom bardziej opłacało się działać w interesie reklamodawców, niż zaspokajać potrzeby czytelników. Co gorsza, system ten wpoił konsumentom przekonanie, że treść serwisów internetowych powinna być darmowa. Musiało minąć dwadzieścia lat, zanim zebraliśmy się na odwagę, by stawić czoła temu potworowi.

Pod koniec lat dziewięćdziesiątych Berners-Lee zaangażował kierowane przez siebie World Wide Web Consortium (W3C) w próbę opracowania systemu internetowych mikrotransakcji. Miał nadzieję, że uda mu się znaleźć sposób osadzania na stronach WWW danych potrzebnych do realizacji drobnych płatności, z czego miały korzystać „elektroniczne portfele” – komercyjne usługi prowadzone przez banki albo przedsiębiorców. Pomysł ten nigdy nie został wprowadzony w życie, po części ze względu na złożoność i niestałość przepisów obowiązujących banki. „Pierwsze, co chcieliśmy zrobić, to umożliwić ludziom zamieszczającym treści pobieranie małych płatności – wyjaśnił Andreessen. – Nasza pracownia na Uniwersytecie Illinois nie miała jednak dość środków, żeby to zaimplementować. Nie umieliśmy sobie poradzić z systemami kart płatniczych i tym, jak działają banki.. Robiliśmy, co w naszej mocy, ale każda rozmowa z tymi ludźmi była drogą przez mękę.

Naprawdę, to były kosmiczne męczarnie”⁵¹.

W 2013 roku Berners-Lee nieśmiało reaktywował Micropayments Markup Working Group, czyli należący do W3C zespół do spraw mikropłatności. „Znów zastanawiamy się nad [tymi protokołami] – wyjaśnił. – Mogłoby to zupełnie odmienić kształt sieci. Mogłoby otworzyć drogę wielu nowym rzeczom. Z pewnością możliwość bezpośredniego płacenia za dobre artykuły albo piosenki zapewniłaby środki do życia ludziom, którzy parają się pisaniem albo tworzeniem muzyki”⁵². Andreessen przyznał, że wiązał duże nadzieje z Bitcoinemⁱⁱⁱ – powstała w 2009 roku cyfrową walutą połączoną z systemem bezpośrednich płatności – który miał potencjał, by stać się modelem dla przyszłych lepszych rozwiązań. „Gdybym mógł cofnąć się w czasie do 1993 roku, jedną z pierwszych rzeczy, które bym zrobił, byłoby wbudowanie [w Mosaic] Bitcoina albo innej kryptowaluty”⁵³.

Wydaje mi się, że popełniliśmy w Time Inc. jeszcze jeden błąd, podobnie zresztą jak inne firmy medialne: po tym jak w połowie lat dziewięćdziesiątych umościliśmy sobie gniazdko w sieci, przestaliśmy się skupiać na budowaniu społeczności. Wcześniej, w przypadku AOL-u i CompuServe, wkładaliśmy wiele wysiłku w utrzymywanie relacji z użytkownikami. Zatrudniliśmy nawet jednego z pierwszych mieszkańców The WELL, Toma Mandela, do moderacji grup dyskusyjnych i prowadzenia chatów „Time’a”. Zamieszczanie artykułów odgrywało rolę drugorzędą wobec budowania poczucia więzi i wspólnoty między członkami społeczności użytkowników. Po tym jak w 1994 roku przenieśliśmy się do świata WWW, spróbowaliśmy odtworzyć tę atmosferę. Założyliśmy na Pathfinderze fora dyskusyjne i chatroomy. Zaczęliśmy też naciskać naszych programistów, żeby skopiowali prostolinijny system wątków dyskusyjnych AOL-u.

W miarę upływu czasu przywiązywaliśmy jednak coraz większą uwagę do publikowania w sieci własnych artykułów. Tworzenie społeczności i umożliwianie użytkownikom publikowania własnych treści zeszło na

dalszy plan. Podobnie jak inni wydawcy, przekształciliśmy nasze strony w internetowe wersje drukowanych czasopism, przeznaczone do biernej konsumpcji. Fora dyskusyjne przerobiliśmy na sekcję komentarzy i przenieśliśmy na sam dół strony. Zrezygnowaliśmy z moderacji, więc zaczęły się tam pojawiać agresywne narzekania i inny bełkot, którego nie czytaliśmy ani my, ani w zasadzie nikt inny. W odróżnieniu od grup usenetowych, The WELL czy AOL-u, przestaliśmy doceniać rozmowy, społeczności, treści i inny wkład użytkowników. Sieć stała się dla nas platformą wydawniczą, służącą przelewaniu starego wina – zawartości tego rodzaju, jaki zwykle ukazywał się drukiem – w nowe butelki. Przypominało to pierwsze lata telewizji, kiedy większość programów była tak naprawdę audycjami radiowymi z obrazkami. Sukces zatem nie mógł być nam pisany.

Na szczęście ulica znajduje dla wszystkiego własne zastosowania. Nie trzeba było długo czekać, by pojawiły się nowe rodzaje mediów korzystające z dobrodziejstw internetu. Rozwój blogów i wiki w połowie lat dziewięćdziesiątych doprowadził do powstania zrewitalizowanej Sieci 2.0, która pozwalała użytkownikom swobodnie współpracować, nawiązywać kontakty, zakładać społeczności i tworzyć własne treści.

Justin Hall i jak web logi stały się blogami

W grudniu 1993 roku, świeżo po rozpoczęciu studiów w Swarthmore College, Justin Hall stworzył „New York Timesa”, który wpadł mu w ręce w świetlicy studenckiej, i przeczytał artykuł Johna Markoffa na temat przeglądarki Mosaic. Zaczynał się on od słów: „Najlepiej myśleć o nim jak o mapie zakopanych skarbów Ery Informacji. To nowy program, udostępniany za darmo firmom i osobom prywatnym, który pomaga nawet największym komputerowym laikom odnaleźć się w globalnym internecie, sieci złożonej z innych sieci, który aż pęka od informacji, ale łatwo zgubić w nim drogę”⁵⁴. Hall był smukłym miłośnikiem komputerów o chochlikowatym uśmiechu i blond włosach spływających za ramiona; wyglądał jak skrzyżowanie Hucka Finna z elfem z powieści Tolkiena. Jak

przystało na człowieka, który spędził dzieciństwo na grupach dyskusyjnych, z którymi łączył się przez modem, natychmiast pobrał przeglądarkę i zabrał się do surfowania. „Cała ta koncepcja wydała mi się niesamowita” – wspominał później⁵⁵.

Hall szybko zdał sobie sprawę, że „prawie wszystko, co pojawia się w internecie, pochodzi od amatorów, ludzi, którzy nie mają nic ciekawego do powiedzenia”. Postanowił więc założyć własną stronę, która bawiłaby jego samego i innych, którzy podzielali jego ironiczne spojrzenie na świat i nastoletnie obsesje. Posłużył się w tym celu Apple PowerBookiem i oprogramowaniem MacHTTP, które pobrał za darmo z sieci. „Pozwoliło mi to umieszczać online elektroniczne wersje moich wypowiedzi i tekstów, upiększać je i zadawać się z resztą sieci przez odsyłacze”⁵⁶. Strona Justina pojawiła się w internecie w połowie stycznia 1994 roku i już kilka dni później ku jego zachwytowi zaczęli się na nią natykać zupełnie obcy ludzie z różnych stron.

Jego pierwsza witryna miała głęboko osobisty, a przy tym figlarny charakter. Zamieścił na niej zdjęcie, na którym robi głupie miny, stojąc za plecami pułkownika Olivera Northa^{iv}, a także inne, przedstawiające Cary’ego Granta zażywającego LSD. Szczerze pozdrawiał „Ala Gore’a, pierwszego oficjalnie potwierdzonego pieszego na informatycznej autostradzie”. Całość była utrzymana w konwencji rozmowy. „Cześć! – oznajmiała strona główna. – Oto świat komputerów dwudziestego pierwszego wieku. Czy zasługuje na naszą cierpliwość? Cóż, po to o tym piszę i po to chyba mnie czytacie, żebyśmy mogli to ustalić, co nie?”

W tamtych czasach nie było jeszcze przeglądarek ani katalogów stron. Istniało jedynie kilka bardzo statecznych „książek adresowych” w rodzaju Katalogu W3, prowadzonego przez Uniwersytet Genewski albo strony „Nowości” należącej do ośrodka NCSA na Uniwersytecie Illinois. Hall stworzył więc własny katalog odnośników, który – wykazując się wielkim wyczuciem – opatrzył nagłówkiem: „Tu macie listę zajebistych stron”. Niedługo później przemianował go, w uznaniu dla Dostojewskiego, na „Linki z podziemia”. Znajdowały się tam odnośniki do Electronic Frontier

Foundation (Fundacji na rzecz Ograniczeń Prawnych w Świecie Elektronicznym), Banku Światowego i stron założonych przez koneserów piwa, fanów muzyki rave oraz chłopaka z Uniwersytetu Pensylwanii o nazwisku Ranjit Bhatnagar, który prowadził podobną witrynę co Justin. „Wierzcie mi, to jest naprawdę w porzo koleś” – informował Hall. Zamieścił też listę samodzielnie wykonanych pirackich nagrań z koncertów między innymi Jane’s Addiction i Porno for Pyros. „Zostawcie mi wiadomość, jeśli jesteście zainteresowani bądź macie własne nagrania” – napisał. Nie powinno też dziwić, zwłaszcza zważywszy na upodobania Justina i jego odwiedzających, że spora część witryny była poświęcona erotyce i obejmowała między innymi takie podstrony, jak „Przegląd podmiejskiej seksualności” albo „Linki do dostawców treści lubieżnych”. Hall uczynnie podpowiadał: „Nie zapomnijcie zetrzeć spermy z klawiatury!”.

„Linki z podziemia” stanowiły punkowy pierwowzór licznych katalogów stron, jak Yahoo, a później Lycos i Excite, które zaczęły wyrastać jak grzyby po deszczu w drugiej połowie tego samego roku. Wkład Halla nie kończył się jednak na zbudowaniu bramy prowadzącej do cudownej krainy sieci. Udało mu się też stworzyć coś zaskakująco rozkosznego, co miało okazać się jeszcze ważniejsze: aktualizowany na bieżąco sieciowy dziennik (Web log), w którym notował osobiste poczynania, przypadkowe myśli, głębokie przemyślenia i relacje ze stosunków intymnych. Jego strona stała się pierwszym przedstawicielem nowego rodzaju treści stworzonego z myślą o sieciach komputerów osobistych i korzystającego z ich możliwości. Hall umieszczał na niej chwytające za serce wiersze o samobójstwie ojca, rozważania na temat swoich różnorodnych pragnień seksualnych, zdjęcia swojego penisa, urzekająco dzikie historie o swoim ojczymie i inne rodzaje uzewnętrznień, które raz po raz zahaczały o terytorium o nazwie „Za Dużo Informacji” („Too Much Information”). Mówiąc krótko, był nicponiem założycielem pierwszego bloga.

„W liceum udzielałem się w magazynie literackim – opowiada Hall – i opublikowałem kilka bardzo osobistych tekstów”. To podejście –

niezobowiązujący ton i osobiste, prowokujące historie – okazało się receptą na sukces zarówno dla jego własnego, jak i wielu późniejszych popularnych blogów. Hall zamieścił na przykład zdjęcie, na którym stoi nago na scenie. Towarzyszyła mu historia o tym, jak nie pozwolono mu dodać tej fotografii do klasowego albumu i jak dziewczyny, które zajmowały się wyborem zdjęć, „chichrały się, oglądając czarno-białe zdjęcie mojego ptaszka”. Innym razem pożałił się, że po bolesnym stosunku z dziewczyną, z którą spędził wieczór, zaczął mu puchnąć napletek. Było to zilustrowane szeregiem fotografii szczegółowo przedstawiających stan jego genitaliów. Posty Halla zapoczątkowały nowy rodzaj wrażliwości. „Zawsze starałem się prowokować, po części właśnie przez nagość – wyjaśnił. – Mam więc za sobą wiele lat robienia rzeczy, na widok których moja mama okryłaby się rumieńcem”⁵⁷.

Dzielenie się informacjami, które wydawały się zbyt intymne – coś, co Hall określał mianem „Za Dużo Informacji” („Too Much Information”) – stało się znakiem rozpoznawczym blogów. Bezczelność awansowała do rangi stanowiska moralnego. „ZDI jest kopalnią danych laboratoryjnych z całego tego ludzkiego eksperymentu – wyjaśnił później. – Ujawniając ZDI, można sprawić, że inni poczują się trochę mniej samotni”. Było to nie lada osiągnięcie. W pewnym sensie sprawianie, by inni ludzie czuli się trochę mniej samotni, stanowiło esencję internetu.

Historia spuchniętego napletka dobrze pokazuje, w czym rzecz. W ciągu kilku godzin pod wpisem Justina pojawiły się komentarze z całego świata, w których ludzie opisywali podobne przypadki, sugerowali lekarstwa i zapewniali, że ta przypadłość ma charakter tymczasowy. Z bardziej wzruszającą reakcją spotkała się z kolei seria wpisów na temat ojca alkoholika, który popełnił samobójstwo, kiedy Justin miał osiem lat. „Mój ojciec był cierpkim, empatycznym, wrażliwym człowiekiem – napisał. – Ale także nietolerancyjnym, mściwym skurwysynem”. Hall wspominał, jak ojciec w lepsze dni śpiewał mu folkowe piosenki Joan Baez, a w gorsze wlewał w siebie całe butelki wódki, wymachiwał bronią i wyzywał kelnerki. Kiedy dowiedział się, że był ostatnią osobą, z którą jego ojciec

rozmawiał przed śmiercią, napisał wiersz: „Co mówiliśmy / zastanawiam się / i / jakie to miało znaczenie? / Czy mogłem coś zmienić?”. Z tych wpisów wyrosła swoista wirtualna grupa wsparcia. Czytelnicy przysyłali własne historie, a Hall je publikował. Zwierzenia przerodziły się w więzi. Emily Ann Merkle próbowała się pogodzić ze śmiercią ojca, który cierpiał na epilepsję. Russell Edward Nelson wstawił skany prawa jazdy i innych dokumentów nieżyjącego już ojca. Werner Brandt z kolei uczcił pamięć swojego, zakładając stronę internetową z jego ulubionymi utworami fortepianowymi. Zrobiła się z tego sieć społecznościowa. „Internet zachęca do współudziału – zwraca uwagę Hall. – Obnażałem się w sieci z nadzieją, że zainspiruję ludzi, żeby się trochę przebudzili duchowo”.

Latem 1994 roku, kilka miesięcy po tym, jak założył dziennik internetowy, Hall wywalczył staż w HotWired.com w San Francisco, zawzięcie bombardując redakcję telefonami i e-mailami. Louis Rossetto, charyzmatyczny redaktor naczelny „Wired”, próbował tam stworzyć jedno z pierwszych czasopism internetowych. Dyrektorem wykonawczym tego przedsięwzięcia był Howard Rheingold, internetowy guru, który nieco wcześniej wydał książkę *The Virtual Community* („Wirtualna społeczność”) opisującą obyczaje i źródła satysfakcji „pierwszych elektronicznych osadników”. Hall został jego przyjacielem i protegowanym. Wspólnie dawali odpór Rossetto, który chciał pozbawić nową stronę duszy⁵⁸.

Rheingold uważał, że HotWired.com w odróżnieniu od czasopisma drukowanego powinien być luźną społecznością, czymś w rodzaju „globalnego jam session” pełnego treści generowanych przez użytkowników. „Byłem jednym z popleczników Howarda. Uważaliśmy, że społeczność będzie naprawdę ważna, więc chcieliśmy zakładać fora i pisać narzędzia ułatwiające komentowanie” – wspomina Hall. Jedną z rzeczy, na których szczególnie im zależało, było stworzenie środowiska, w którym każdy członek społeczności mógłby na wiele sposobów budować swoją sieciową tożsamość i reputację. „Wartość kryje się w rozmowach, które użytkownicy prowadzą ze sobą – tłumaczył Hall Rossetto. – Naszą zawartością są ludzie”.

Rossetto z kolei uważał, że HotWired powinien być dopracowaną, designerską, bogatą graficznie platformą wydawniczą, która zwiększyłaby zasięg marki i zapewniła „Wired” ekscytujący wizerunek w sieci. „Zatrudniamy świetnych artystów i powinniśmy się nimi chwalić – argumentował. – Stworzymy coś pięknego, profesjonalnego, dopieszczonego. Coś, czego w sieci brakuje”. Przygotowywanie narzędzi umożliwiających użytkownikom tworzenie treści i komentowanie uważał za „marnowanie czasu na sprawy drugorzędne”⁵⁹.

Sceną debaty między zwolennikami obu podejść były długie zebrania i konwersacje e-mailowe. Rossetto postawił ostatecznie na swoim, a jego punkt widzenia, który podzielało wielu redaktorów czasopism drukowanych, wywarł potężny wpływ na kształt sieci. Wyewoluowała ona przede wszystkim w platformę służącą publikowaniu treści. Wirtualne społeczności zeszyły na drugi plan. „Era internetu współtworzonego z użytkownikami dobiegła końca” – oznajmił Rossetto⁶⁰.

Po powrocie z przedłużonej wakacyjnej przygody z HotWired Hall postanowił, że zacznie aktywnie promować koncepcję przeciwną do poglądów Rossetto, bo uważał ją za coś chwalebego i godnego wsparcia. Ponieważ nie posiadał wyrafinowanej wiedzy socjologicznej, którą dysponował Rheingold, zastąpił ją młodzieńczą wylewnością. Starał się na każdym kroku podkreślać, jakim wybawieniem dla wielu ludzi stały się internetowe dzienniki i społeczności. „Od pewnego czasu uzewnętrzniam się w sieci, opowiadam o przygodach swoich znajomych i o różnych rzeczach, które mi się przytrafiają, kiedy wstaję od komputera – wyjaśnił po roku swoim czytelnikom. – Mówienie o sobie daje mi siłę do życia”.

Hall publikował manifesty, w których opiewał uroki internetu jako nowego, współtworzonego medium. „Opowiadając swoje historie w internecie, zaprzęgamy komputery do pracy w interesie komunikacji i społeczności, a nie ordynarnego kapitalizmu” – oznajmił w jednym z pierwszych wpisów. Mając w pamięci setki godzin spędzonych za młodu na wczesnych listach dyskusyjnych, chciał odtworzyć w sieci atmosferę Usenetu i The WELL.

Hall został więc samozwańczym popularyzatorem dzienników internetowych. Na swojej stronie opublikował wpis, w którym proponował, że nauczy HTML-a każdego, kto ugości go na dzień czy dwa, po czym latem 1996 roku wybrał się w podróż autobusem po Stanach i odwiedził wszystkich, którzy postanowili skorzystać z oferty. „Wziął [na warsztat] medium, które powstało z myślą o przechowywaniu dorobku naukowego, i dostosował je do osobistego użytku” – napisał Scott Rosenberg w książce o historii blogowania, *Say Everything* („Powiedz wszystko”)⁶¹. Rosenberg ma rację, ale Hall przyczynił się do czegoś jeszcze. Pomógł przywrócić internet i WWW do roli, którą miały odgrywać w założeniach twórców, czyli narzędzi dzielenia się informacjami. Dzienniki internetowe wniosły do sieci coś imponującego, a mianowicie powiew człowieczeństwa. „Najlepsze zastosowanie naszej technologii to takie, które nas uczłowiecza – upierał się Hall. – Pozwalające mówić o sobie słowami, które uznamy za stosowne, pozwalające dzielić się przeżyciami i łączące ludzi”⁶².

Zjawisko zapoczątkowane przez Halla szybko się rozprzestrzeniło. W 1997 roku John Barger, twórca zabawnej witryny o nazwie Robot Wisdom, ukuł pisany łącznie termin „weblog”, a dwa lata później projektant stron nazwiskiem Peter Merholz żartobliwie rozbił go z powrotem na dwa wyrazy, używając w swoim dzienniku wyrażenia „we blog”. Niedługo później słowo „blog” weszło do powszechnego użycia^v. W 2014 roku na świecie działało już 847 milionów blogów.

Było to potężne zjawisko społeczne, którego znaczenie nie do końca pojęli czołowi przedstawiciele tradycyjnych zawodów pisarskich. Skoncentrowane na sobie lanie wody, które dominowało na blogach, stanowiło obiekt łatwych i poniekąd zasłużonych kpin. Łatwo też było pogardzać ludźmi poświęcającymi wieczory na uzewnętrznianie się na stronach, których prawie nikt nie czytał. Tymczasem, jak zauważyła Arianna Huffington niedługo po założeniu swojej platformy blogowej Huffington Post, internauci udzielali się poprzez tę formę dyskursu społecznego, bo dawało im to poczucie spełnienia⁶³. Blogi stworzyły im okazję, by wyrazić własne poglądy, nauczyć się spełniać potrzeby

czytelników i poznać cudze opinie. Były też szansą dla ludzi, którzy dotychczas spędzali wieczory, biernie konsumując treści, którymi karmił ich ekran telewizora. „Zanim pojawił się internet, zdecydowana większość ludzi przestawała pisać dla przyjemności czy intelektualnej satysfakcji wraz z ukończeniem liceum albo studiów – zauważył Clive Thompson w *Smarter Than You Think* („Mądrzejsze, niż myślisz”). – Było to coś szczególnie trudnego do pojęcia dla naukowców, dziennikarzy, prawników, marketingowców i przedstawicieli innych zawodów, które wymagają nieustannego pisania”⁶⁴.

Na swój uroczy sposób Hall od zawsze rozumiał, że blogi są czymś cudownym. Należały do tych rzeczy, które miały sprawić, że era cyfrowa będzie zupełnie inna od telewizyjnej. „Publikując się w sieci, odrzucamy rolę biernego odbiorcy marketingu medialnego – napisał. – Tak długo, jak każdy z nas będzie miał gdzie zamieścić swoją stronę – kanał Howarda Rheingolda, kanał Rising City High School – nie będzie możliwości, że sieć wypełni się takimi banałami jak telewizja. Będzie tyle samo miejsc pełnych ciekawej, ekscytującej zawartości, co ludzi pragnących, by ktoś ich wysłuchał. Dobrze opowiadanie ludzkich historii jest najlepszym sposobem, żeby internet i World Wide Web nie stały się bezkresną ziemią jałową”⁶⁵.

Ev Williams i Blogger

W 1999 roku blogi wyrastały już jak grzyby po deszczu. Przestały też służyć przede wszystkim jako piaskownica dla ekscentryków i ekshibicjonistów w rodzaju Justina Halla, którzy publikowali osobiste notki o swoim życiu i zainteresowaniach. Stały się platformą niezależnych komentatorów politycznych, dziennikarzy amatorów, orędowników, aktywistów i analityków. Pozostał jeden problem: utrzymywanie niezależnego bloga wymagało pewnych umiejętności programistycznych i dostępu do serwera. Charakter niektórych innowacji czyni z prostoty użytkowania sprawę kluczowej wagi. Zanim blogi stały się pełnoprawnym nowym medium, które zreformowało rynek wydawniczy

i zdemokratyzowało dyskurs publiczny, ktoś musiał sprawić, żeby ich prowadzenie stało się łatwe. Łatwe w znaczeniu: „Wpisz, co chcesz, do okienka A, a potem wciśnij przycisk B”. Zrobił to Ev Williams.

Williams przyszedł na świat w 1972 roku. Jego rodzice uprawiali kukurydzę i soję na obrzeżach wioski Clarks w stanie Nebraska (liczba mieszkańców: 374). Ev wyrósł na patykowatego, nieśmiałego chłopaka, któremu często doskwierała samotność. Jako że w ogóle nie ciągnęło go do polowań ani futbolu, uważano go za trochę dziwnego. Bawił się za to klockami Lego, budował drewniane deskorolki, rozbierał rowery, a wieczorami, kiedy wypełnił już wszystkie obowiązki związane z nawadnianiem gospodarstwa, wdrapywał się na należący do rodziny zielony traktor, wpatrywał się w horyzont i rozmyślał. „Moim oknem na świat były książki i czasopisma – wspominał później. – Nasza rodzina raczej nie podróżowała, więc przez całe dzieciństwo nigdzie nie wyjechałem”⁶⁶.

Jako dziecko Williams nie miał komputera, ale w 1991 roku, po rozpoczęciu studiów na Uniwersytecie Nebraski, odkrył świat usług online i BBS-ów. Zaczął czytać wszystko, co wpadło mu w ręce o internecie, a nawet zaprenumerował czasopismo o internetowych listach dyskusyjnych. Kiedy rzucił studia, postanowił założyć firmę wydającą płyty CD z filmami wyjaśniającymi zawilóści internetu, które chciał sprzedawać miejscowym biznesmenom. Sukcesu niestety nie odniósł, bo nagrania, które przygotowywał w piwnicy za pomocą pożyczonej kamery, wyglądały jak tandetne materiały do lokalnej telewizji z groszowym budżetem. Wywędrował więc do Kalifornii i zdobył posadę młodszego redaktora w wydawnictwie technicznym O'Reilly Media. Dał się tam poznać jako osoba wyjątkowo drażliwa na punkcie własnej niezależności, kiedy pewnego razu wysłał do wszystkich pracowników e-maila z informacją, że nie będzie pisał materiału do jednego z firmowych produktów, gdyż uważa go za „kupę gówna”.

W Williamsie drzemał instynkt seryjnego przedsiębiorcy. Na początku 1999 roku wreszcie zrobił coś, co go korciło od dłuższego czasu, i wraz

z byłą dziewczyną, obrotną kobietą nazwiskiem Meg Hourihan, stworzył firmę o nazwie Pyra Labs. Zamiast rzucić się w wir dotcomowego szaleństwa, co w tamtych latach robili prawie wszyscy, Williams i Hourihan skupili się na wykorzystaniu internetu do pierwotnego celu: zdalnej współpracy. Produktem Pyra Labs był zestaw aplikacji przeglądarkowych, które umożliwiały udostępnianie planów projektów, przygotowywanie list zadań i wspólne tworzenie dokumentów. Williams i Hourihan odkryli, że jest im potrzebny prosty sposób wymieniania się przypadkowymi pomysłami i ciekawymi informacjami, więc zaczęli prowadzić skromną wewnątrzfirmową stronę, którą nazwali „Stuff” (w wolnym tłumaczeniu: „To i owo”).

Williams, który od małego uwielbiał czasopisma i książki, czytał już w tym czasie blogi. Bardziej niż osobiste zwierzenia Halla i jemu podobnych interesowały go dzienniki komentatorów nowinek technologicznych, którzy jako pierwsi próbowali uprawiać poważne dziennikarstwo sieciowe. Wśród jego ulubionych autorów był Dave Winer – twórca jednego z pierwszych blogów, Scripting News, i skryptu XML, który umożliwiał udostępnianie pochodzących z niego wpisów na innych stronach⁶⁷.

Williams miał własną witrynę o nazwie EvHead, a na niej regularnie aktualizowany dział poświęcony nowościom i komentarzom. Jak wszyscy w tamtych czasach, musiał własnoręcznie kodować każdy nowy wpis w języku HTML. Ponieważ zależało mu na czasie, wprowadził niewielkie, ale genialne uproszczenie: napisał prosty skrypt, który automatycznie przerabiał wpisy na kod strony internetowej. „Pomysł, że można wpisać w formularz dowolny tekst, a on kilka sekund później pojawi się na stronie WWW, to była istna rewolucja. To jeden z tych przypadków, w których automatyzacja procesu zupełnie odmienia doświadczenie użytkownika”⁶⁸. Niedługo później Williams zaczął się zastanawiać, czy z tego małego rozszerzenia nie dałoby się zrobić samodzielnego produktu.

Jedną z podstawowych lekcji, które musi przyswoić sobie każdy innowator, brzmi: „skup się”. Williams zdawał sobie sprawę, że jego

pierwsza firma upadła, bo próbował zrobić trzydzieści rzeczy naraz i żadna mu się nie udała. Hourihan, która miała doświadczenie w zarządzaniu, postawiła sprawę jasno: skrypt automatyzujący blogowanie, choć ciekawy, był stratą czasu. Nie nadawał się na produkt komercyjny. Williams początkowo uległ, ale w marcu po cichu zarejestrował domenę blogger.com. Nie mógł się oprzeć. „Moją działką zawsze były produkty i praktycznie ciągle o nich myślę. Również wówczas pomyślałem, że z tego mogło wyjść coś całkiem fajnego”. W lipcu, wykorzystując nieobecność Hourihan, która wyjechała na wakacje, w tajemnicy przed nią uruchomił swój nowy produkt – platformę Blogger. Kierował się bowiem inną ważną zasadą innowacji: „skup się, ale nie przesadzaj”.

Hourihan w końcu wróciła, a kiedy odkryła, co się stało, wściekła się i zagroziła, że odejdzie. Ich firma zatrudniała wtedy tylko jednego pracownika i nie miała czasu na dodatkowe projekty. „Była wkurzona jak cholera – wspominał Williams. – Ale jakoś ją przekonaliśmy, że ten pomysł ma sens”. I miał. Blogger przyciągnął w ciągu kilku miesięcy tylu fanów, że pocieszenie skrzepowany, lakonicznie wypowiadający się Williams wystąpił w 2000 roku jako jedna z gwiazd ogromnego festiwalu artystyczno-technologicznego South by Southwest. Do końca roku Blogger zdobył 100 tysięcy użytkowników.

Nie przekładało się to niestety na dochody. Williams pozwalał zakładać konta na Bloggerze za darmo w nadziei, że zachęci to użytkowników do nabycia aplikacji Pyra, którą jednak zajmował się coraz mniej. Latem 2000 roku prace nad nią zostały praktycznie zawieszone, a że zaczynała już pękać bańka internetowa, nie było skąd brać pieniędzy na dalsze inwestycje. Co gorsza, relacje pomiędzy Williamsem i Hourihan, od początku trochę napięte, pogorszyły się do tego stopnia, że w biurze regularnie wybuchały awantury.

W styczniu 2001 roku trudności finansowe przerodziły się w kryzys. Williams niezwłocznie potrzebował środków na zakup dodatkowych serwerów, więc poprosił użytkowników o donacje. Zebrał prawie 17 tysięcy dolarów i podjął decyzję, że wyda je w całości na zakup sprzętu, zamiast

wypłacić pensje pracownikom⁶⁹. Hourihan zażądała, by zrezygnował z funkcji prezesa, a kiedy odmówił, odeszła z firmy. „W poniedziałek rozstałam się z firmą, którą pomogłam założyć – napisała na swoim blogu. – Od tego czasu tylko płaczę, płaczę i płaczę”⁷⁰. Pozostali pracownicy, w liczbie sześciu, też zrezygnowali.

Williams zamieścił na własnym blogu długi wpis pod tytułem *And Then There Was One* („I tak oto zostałem sam”). „Skończyły nam się pieniądze, zostałem bez zespołu. [...] Ostatnie dwa lata były dla mnie potężną, trudną, ekscytującą, pouczającą, niepowtarzalną, bolesną i mimo wszystko niezwykle wartościową przygodą”. Obiecał, że postara się zachować usługę przy życiu, nawet jeśli będzie musiał robić to sam. Na koniec dodał postscriptum: „Gdyby ktoś miał ochotę podnając mi kawałek biura, niech da znać. Zawsze parę groszy do przodu (a i towarzystwo nie zaszkodzi)”⁷¹.

Większość ludzi w tej sytuacji poddałaby się. Williams nie miał pieniędzy na wynajem lokalu ani opłacenie administratora serwerów. Nie zapowiadało się też, że w najbliższym czasie cokolwiek zarobi. Do tego dawni pracownicy nękali go atakami osobistymi i pozwami, przez co zadłużył się u prawnika. „Rozpowiedzieli ponoć historię, że wyrzuciłem przyjaciół z pracy, nie płacąc im ani grosza, i przejąłem firmę – opowiada. – To, co się wtedy działo, było obrzydliwe”⁷².

Tym, co go uratowało, była niezłomność, której nabył, wychowując się w trudnych warunkach na wsi. Dzięki cierpliwości rolnika połączonych z uporem przedsiębiorcy charakteryzował się nadludzką odpornością na frustrację. Przetrwał więc, ocierając się od czasu do czasu o tę rozmytą granicę, która przebiega pomiędzy wytrwałością a zagubieniem. Starał się zachowywać spokój w obliczu problemów, które sypały mu się na głowę. Prowadził firmę samodzielnie, z mieszkania. Sam dbał o serwery i pracował nad kodem. „Zasadniczo zszedłem pod ziemię i nie zajmowałem się niczym poza utrzymywaniem Bloggера przy życiu”⁷³. Nie miał prawie żadnych przychodów, ale wiedział, jak zredukować koszty również prawie do zera. Jak napisał w sieci: „Właściwie to zaskakująco dobrze się trzymam. Jestem dobrej myśli. (Jak zwykle). I mam mnóstwo pomysłów.

(Jak zwykle)”⁷⁴.

Kilka osób wyraziło współczucie i zaoferowało pomoc. Najważniejszą wśród nich był Dan Bricklin – powszechnie lubiany i zawsze skory do współpracy współtwórca VisiCalca, pierwszego komputerowego arkusza kalkulacyjnego. Jak wyjaśnił: „Uważałem, że byłoby szkoda, gdyby krach zabrał nam Bloggera”⁷⁵. Kiedy przeczytał rozpaczliwy wpis Williamsa, wysłał e-mail z zapytaniem, czy może mu jakoś pomóc. Uzgodnili, że się spotkają przy okazji konferencji O'Reilly'ego, na którą Bricklin, mieszkający na co dzień w Bostonie, zamierzał przyjechać do San Francisco. Udali się do baru z sushi, gdzie Bricklin opowiedział historię o tym, jak sam wiele lat wcześniej, kiedy jego własna firma nie dawała sobie rady, wpadł na Mitcha Kapora z Lotusa. Choć byli konkurentami, obaj wyznawali etykę hakerską, która nakazywała się wspierać, Kapor zaproponował więc układ, który pozwolił Bricklinowi zachować płynność finansową. Bricklin założył później firmę o nazwie Trellix, która stworzyła system publikacji stron WWW. Po spotkaniu z Williamsem postanowił sam się zachować jak przystało na członka hakerskiej kompanii braci i, podobnie jak kiedyś Kapor jemu, zaproponował układ własnemu quasi-konkurentowi. Trellix wykupił licencję na oprogramowanie Williamsa, a 40 tysięcy dolarów, które za nią zapłacił, pozwoliło utrzymać Bloggera przy życiu.

Przez cały 2001 rok Williams prawie nie wstawał od komputera. Jego miejscem pracy było mieszkanie albo wynajęta przestrzeń biurowa, a jedynym celem – dbanie o Bloggera. „Każdy, kto mnie znał, myślał, że oszalałem” – wspominał. Sytuacja sięgnęła dna w święta, na które pojechał do Iowa, dokąd przeprowadziła się jego matka. W Boże Narodzenie hakerzy włamali się na jego stronę. „Musiałem jakoś ocenić rozmiar szkód z Iowa, korzystając z połączenia dial-up i małego laptopa. Nie zatrudniałem wtedy administratora systemu czy kogokolwiek, kto mógłby mi pomóc. Spędziłem więc większość dnia w sklepie Kinko's, analizując zniszczenia serwisu”⁷⁶.

W 2002 roku sytuacja zaczęła zmieniać się na lepsze. Williams uruchomił

płatną usługę Blogger Pro, a dzięki pomocy nowego partnera sprzedał licencję na swoje oprogramowanie do Brazylii. Ponieważ popularność blogów rosła w postępie geometrycznym, Blogger stał się gorącym towarem. W październiku, po kilkukrotnych namowach ze strony jego dawnego szefa Tima O'Reilly'ego, do drzwi Williamsa zapukał Google. Firma Page'a i Brina wówczas zajmowała się jeszcze głównie wyszukiwaniem i nie miała na koncie znaczących przejęć, ale złożyła ofertę kupna Bloggera. Williams ją przyjął.

Skromny, prosty produkt Williamsa pomógł zdemokratyzować rynek wydawniczy. Mantra jego twórcy brzmiała: „Publikowanie dla każdego za jednym dotknięciem guzika”. „Uwielbiam przemysł wydawniczy i nigdy nie daję sobie wmówić, co mam myśleć. Obie te cechy wzięły się stąd, że wychowałem się na odludnej wsi – wyjaśnił. – Kiedy odkryłem sposób, by przeciętny człowiek mógł publikować w internecie, zdałem sobie sprawę, że mogę dać władzę i własny głos milionom”.

Blogger, przynajmniej początkowo, nie służył interaktywnej dyskusji, tylko umieszczaniu w sieci osobistych materiałów. „Zamiast zachęcać do dialogu, był jak podium, z którego można było wygłaszać własne opinie – przyznał Williams. – Internet ma dwa aspekty: społecznościowy i wydawniczy. W porównaniu z innymi, stosunkowo mało interesują mnie sprawy społecznościowe. Bardziej przemawia do mnie możliwość publikowania wiedzy w internecie, bo dorastając, dowiadywałem się o świecie, czytając książki i artykuły wydawane przez innych ludzi, natomiast w mediach społecznościowych udzielałem się raczej niewiele”²².

Większość narzędzi zostaje jednak prędzej czy później zaprzęgnięta do celów społecznościowych, bo taka jest ludzka natura. Blogosfera wyewoluowała i z szeregu osobistych ambon zmieniła się w pełnoprawną społeczność. „Ostatecznie, chociaż każdy z nas miał prywatny blog, blogosfera stała się społecznością, bo komentowaliśmy swoje posty i linkowaliśmy do siebie – powiedział wiele lat później Williams. – Niezaprzeczalnie utworzyła się z tego społeczność, równie prawdziwa, co

te na listach dyskusyjnych albo BBS-ach, i z czasem zacząłem to doceniać”⁷⁸.

Williams został później współzałożycielem serwisu społecznościowego i mikroblogowego Twitter, a następnie portalu wydawniczego Medium, stworzonego z myślą o współpracy i udostępnianiu treści. W tym czasie zdał sobie sprawę, że społecznościowe aspekty internetu stały się dla niego równie ważne co wydawnicze. „Zanim powstał internet, chłopakowi wychowującemu się na farmie w Nebrasce bardzo trudno było nawiązać kontakt z grupą ludzi o podobnych poglądach lub zainteresowaniach. Pragnienie więzi, które płynie z takiego doświadczenia, zostaje z tobą na całe życie. Minęło wiele lat, od kiedy założyłem Bloggera, zanim zrozumiałem, że był narzędziem, które pozwoliło mi zaspokoić tę potrzebę. Pragnienie przyłączenia się do społeczności jest jedną z głównych sił napędzających cyfrowy świat”⁷⁹.

Ward Cunningham, Jimmy Wales i ich wiki

Tim Berners-Lee wypuścił sieć w świat z myślą, że stanie się narzędziem współpracy. Dlatego zawiódł się na przeglądarce Mosaic, która nie pozwalała użytkownikom edytować odwiedzanych stron i zrobiła z osób surfujących po internecie biernych konsumentów publikowanych treści. Niedoskonałości tej po części zaradziła rosnąca popularność blogów, które zachęcały użytkowników do generowania zawartości, a także pojawienie się nowego medium ułatwiającego współpracę w sieci, które wynaleziono w 1995 roku. Nosiło nazwę wiki i pozwalało odwiedzającym modyfikować strony WWW. Co więcej, nie wymagało przeglądarki z narzędziami do edycji – zmiany wprowadzało się, klikając i pisząc bezpośrednio na stronach, które korzystały z odpowiedniego oprogramowania.

Twórcą tego nowego rodzaju aplikacji był Ward Cunningham – kolejny towarzyski człowiek z amerykańskiego Midwestu (tym razem ze stanu Indiana), który za młodu budował własne zestawy krótkofalarskie i zachwycał się tym, jak bardzo łączność radiowa zbliża ludzi z całego

świata. Po ukończeniu studiów na Uniwersytet Purdue znalazł pracę w firmie produkującej sprzęt elektroniczny, Tektronix, gdzie przydzielono mu podobne zadanie co niegdyś Bernersowi-Lee w CERN-ie: miał nadzorować przebieg projektów.

Zmodyfikował w tym celu doskonały program napisany przez jednego z najbardziej urzekających innowatorów Apple'a, Billa Atkinsona. Mowa o HyperCardzie, którego nazwa pochodzi od oferowanej przez niego możliwości tworzenia hipertekstowych notatek i dokumentów. Apple nie potrafił znaleźć dla niego komercyjnego zastosowania, więc za namową Atkinsona dodawał program za darmo do swoich komputerów. HyperCard był łatwy w użyciu i nawet dzieci – szczególnie dzieci – znajdowały różne sposoby organizowania „stosów” notatek w galerii obrazków albo gry.

Cunningham zakochał się w HyperCardzie od pierwszego wejrzenia, ale uważał jego interfejs za niewygodny. Wymyślił więc niezwykle prosty sposób zakładania nowych notatek i linków: dodał puste pole, w którym można było umieścić tytuł notatki albo dowolne słowo lub frazę. Aby utworzyć odnośnik do czegokolwiek, wystarczyło wpisać słowa zawarte w nazwie docelowej notatki, na przykład „Sandra Bullock” albo „Projekt filmowy Harry’ego”. „To było przyjemne” – stwierdził⁸⁰.

W następnej kolejności Cunningham stworzył internetową wersję swojego programu, który zaczął nazywać HyperTextem. Zmieścił ją w raptem kilkuset liniach kodu języka Perl. W efekcie powstała nowa aplikacja do zarządzania zawartością, która pozwalała internautom współtworzyć odwiedzane strony WWW. Cunningham wykorzystał ją do stworzenia usługi Portland Pattern Repository, która umożliwiała programistom wymienianie się pomysłami oraz rozwijanie bądź poprawianie wzorców projektowych wgrywanych przez innych użytkowników. „Mój plan zakłada, że zainteresowane osoby zaczną tworzyć strony WWW na temat ludzi, projektów i wzorców, które odmieniły ich podejście do programowania – napisał w poście inauguracyjnym w maju 1995 roku. – Chciałbym, żeby to było pisane niezobowiązującym stylem, takim jak e-maile. [...] Wyobraźcie sobie

moderowaną listę [dyskusyjną], na której każdy może być moderatorem i wszystko jest archiwizowane. To nie do końca chat, ale mimo wszystko miejsce pozwalające na rozmowy”⁸¹.

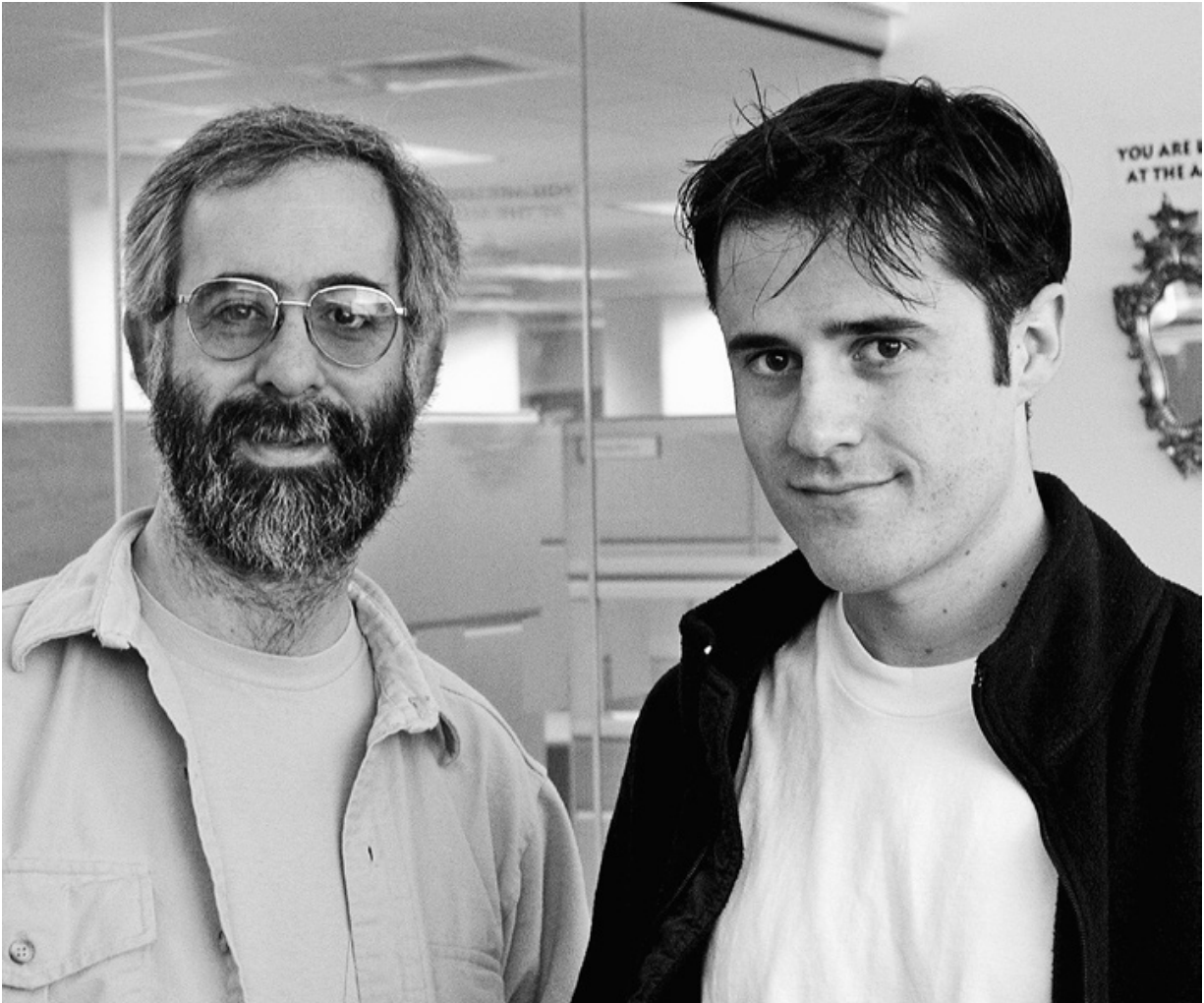
Potrzebował jeszcze nazwy. Jego narzędzie służyło do szybkiego tworzenia stron WWW, ale nie chciał nazywać go QuickWeb, bo uznał, że to zupełnie bez polotu – nazwa brzmiała, jakby ją wymyślono na zebraniu w Microsofcie. Na szczęście znalazł w zakamarkach pamięci inne słowo, które znaczyło „szybko”. Przypomniwał sobie, jak trzynaście lat wcześniej, podczas podróży poślubnej na Hawajach, „człowiek z okienka na lotnisku pokierował mnie do wiki wiki busu kursującego między terminalami”. Kiedy zapytał, skąd ta nazwa, dowiedział się, że „wiki” znaczy po hawajsku „szybki”, a „wiki wiki” – „super szybki”. Nazwał więc swoje strony WWW, a oprogramowanie, na którym działały, WikiWikiWeb. W skrócie: wiki⁸².

Składnia, którą Cunningham pierwotnie stosował do tworzenia odnośników w tekście, polegała na łączeniu wyrazów pisanych wielką literą w dłuższe wyrażenia w rodzaju „WyrazyPisaneWielkaLitera”. Do metody tej przyłgnęła wkrótce nazwa CamelCase, a jej wpływ na kulturę informatyczną widać w nazwach dziesiątków marek internetowych, jak choćby AltaVista, MySpace i YouTube.

Wiki Cunninghama (nieformalnie ochrzczone WardsWiki) pozwalała tworzyć i edytować artykuły zupełnie każdemu. Nie wymagała hasła dostępu, za to przechowywała poprzednie wersje wszystkich stron na wypadek, gdyby ktoś coś zepsuł, i posiadała stronę „Najnowsze zmiany”, która służyła Cunninghamowi i innym do śledzenia rozwoju wypadków. Nie istniała funkcja nadzorcy, czy też bramkarza, który zatwierdzałby zmiany przed umieszczeniem ich na stronie. Cunningham, kierując się wrodzonym prostolinijnym optymizmem, twierdził, że nie ma się czego obawiać, bo „ludzie zasadniczo są dobrzy”. Urzeczywistnił tym samym wizję Bernersa-Lee. Stworzył kawałek sieci, który nie był tylko do odczytu. „Wiki były jedną z rzeczy, które umożliwiały współpracę – stwierdził potem Berners-Lee. – Drugą były blogi”⁸³.

Podobnie jak Berners-Lee, Cunningham nie miał nic przeciwko temu, by ludzie wykorzystywali i modyfikowali jego skromny kod. W rezultacie szybko powstały dziesiątki wiki oraz ogólnodostępnych, usprawnionych wersji oprogramowania do nich. Sama koncepcja wiki pozostała jednak zasadniczo nieznana poza kręgiem projektantów oprogramowania aż do stycznia 2001 roku. Wtedy to sięgnął po nią ledwo wiążący koniec z końcem przedsiębiorca internetowy, który od dłuższego czasu z niewielkim powiedzeniem usiłował stworzyć darmową encyklopedię online.

Jimmy Wales przyszedł na świat w 1966 roku w Huntsville w stanie Alabama, mieście zamieszkanym po połowie przez stereotypowych „wieśniaków” i inżynierów budujących rakiety. Sześć lat wcześniej w odpowiedzi na powodzenie Sputnika prezydent Eisenhower osobiście otworzył tam Centrum Lotów Kosmicznych imienia George’a C. Marshalla. „Dorastając w Huntsville u szczytu programu lotów kosmicznych, można było nabyć optymistycznego spojrzenia na przyszłość” – zauważył Wales⁸⁴. – „Jedną z pierwszych rzeczy, które pamiętam, jest to, że w domu trzęsły się szyby w oknach, kiedy testowali rakiety. Traktowaliśmy program kosmiczny tak, jak normalnie się traktuje miejscowy zespół sportowy, tak że ekscytowaliśmy się tym i mieliśmy wrażenie, że mieszkamy w mieście technologii i nauki”⁸⁵.



Dan Bricklin (ur. 1951) i Ev Williams (ur. 1972) w 2001 roku



Jimmy Wales (ur. 1966)



Sergey Brin (ur. 1973) i Larry Page (ur. 1973)

Wales był synem kierownika sklepu spożywczego, a kształcił się w jednosalowej prywatnej szkole założonej przez jego własną matkę i babkę, które uczyły muzyki. Kiedy miał trzy lata, jego matka kupiła od akwizytora encyklopedię *World Book* („Księga świata”). Z chwilą gdy młody Jimmy nauczył się czytać, książka ta stała się obiektem jego uwielbienia. Sprawiała, że miał na wyciągnięcie ręki prawdziwą kopalnię wiedzy, ozdobioną ilustracjami, mapami, a nawet kilkoma pergaminowymi przepowiedniami, które można było unieść, by przyjrzeć się mięśniom, naczyniom krwionośnym i układowi pokarmowemu rozkrojonej żaby. Wales szybko jednak odkrył, że „Księżdzę świata” czegoś brakuje. Mogłaby być nie wiadomo jak obszerna, a i tak zawierałaby tylko ułamek całej

wiedzy. Problem ten na dodatek pogłębiał się wraz z upływem czasu. Po kilku latach lista brakujących tematów obejmowała między innymi lądowania na Księżycu, festiwale rockowe, marsze protestacyjne oraz zabójstwa prezydenta Kennedy’ego i Martina Luthera Kinga. Wydawnictwo rozsyłało właścicielom naklejki, za pomocą których mogli aktualizować swoje encyklopedie, co Wales robił z wielką skrupulatnością. „Lubię żartować, że zacząłem się wprawiać w poprawianiu encyklopedii już jako dzieciak, oklejając strony tej kupionej przez moją matkę”⁸⁶.

Po zdobyciu dyplomu magistra na Uniwersytecie Auburn i rezygnacji z podjętych bez przekonania studiów doktoranckich Wales objął stanowisko dyrektora do spraw badań w pewnej firmie inwestycyjnej z siedzibą w Chicago. Miał jednak problem ze znalezieniem motywacji do tej pracy. Był człowiekiem o akademickim nastawieniu, który na dodatek zaraził się miłością do internetu, grając z podobnymi sobie w MUD-y (od Multi-User Dungeons, dosł. Lochy dla Wielu Graczy), czyli budowane częściowo przez społeczność sieciowe gry fantasy. Założył też i osobiście moderował e-mailową listę dyskusyjną poświęconą Ayn Rand – amerykańskiej pisarce rosyjskiego pochodzenia, twórczyni filozofii obiektywizmu i promotorce postaw libertariańskich. Jego lista była bardzo otwarta na nowych członków, a Wales egzekwował maniery delikatną ręką. Zabraniał jedynie przesadnego narzekania i tak zwanych flejmów, czyli ataków osobistych. „Wybrałem wypośrodkowaną metodę moderacji, taki odpowiednik dawania kuksańców za kulisami” – napisał w jednym ze swoich postów⁸⁷.

Zanim powstały wyszukiwarki, jednymi z najbardziej rozchwytywanych usług internetowych były katalogi, czyli ręcznie układane kategoryzowane listy ciekawych witryn, oraz webringi – grupy powiązanych tematycznie stron połączonych w zamknięty krąg poprzez wspólny baner nawigacyjny. W 1996 roku Wales założył wspólnie z dwoma dobrymi znajomymi spółkę o nazwie BOMIS – co było skrótem od Bitter Old Men in Suits (Zgorzkniali Starcy w Garniturach) – i zaczął szukać sposobów na wykorzystanie panującej koniunktury. BOMIS założył cały wachlarz start-upów w stylu typowym dla bańki internetowej końca lat

dziewięćdziesiątych. Był wśród nich webring z katalogiem zdjęć pełniący funkcję komisu samochodowego, usługa do zamawiania jedzenia, katalog firm z rejonu Chicago i webring sportowy. Po przeprowadzce do San Diego Wales uruchomił webring połączony z katalogiem, który służył za „coś w rodzaju wyszukiwarki dla mężczyzn” i zawierał zdjęcia skąpo ubranych kobiet⁸⁸.

Webringi unaocznily Walesowi, jak wiele daje udział użytkowników w tworzeniu zawartości serwisu. Szczególnie zainteresowało go, że na podstawie zachowania osób obstawiających wyniki sportowe na jego stronie można było ustalić trafniej poranny kurs niż na podstawie opinii dowolnego eksperta. Zaimponował mu też esej *Katedra i bazar* Erica Raymonda^{vi}, który wyjaśniał, dlaczego strony internetowe powinny raczej przypominać otwarte, współtworzone przez tłum bazy niż odgórnie planowane, skrupulatnie budowane katedry⁸⁹.

W następnej kolejności Wales spróbował zrobić coś, co odzwierciedlało jego dziecięce uwielbienie dla „Księgi świata”, i założył internetową encyklopedię. Nazwał ją Nupedia i ustalił, że będą ją tworzyli ochotnicy oraz że będzie dostępna za darmo. Podobny pomysł przedstawił już w 1999 roku ojciec wolnego oprogramowania Richard Stallman⁹⁰. Wales miał nadzieję, że w przyszłości zarobi na sprzedaży reklam. Zatrudnił do pomocy doktoranta filozofii Larry’ego Sanger, którego poznał na jednej z grup dyskusyjnych. Jak wspomina Sanger: „Do poprowadzenia tego projektu specjalnie szukał filozofa”⁹¹.

Sanger i Wales opracowali rygorystyczny siedmioetapowy proces przygotowywania i zatwierdzania artykułów, który obejmował przydzielanie tematów ekspertom o potwierdzonych kwalifikacjach oraz poddawanie surowego tekstu specjalistycznej recenzji, publicznej recenzji, profesjonalnej korekcie i publicznej korekcie. „Zależy nam, by redaktorami byli prawdziwi specjaliści w swoich dziedzinach, posiadający (poza nielicznymi wyjątkami) stopień doktora” – informowały wytyczne Nupedii⁹². „Larry uważał, że musimy być bardziej akademicy niż tradycyjna encyklopedia, bo inaczej nie wzbudzimy zaufania ani szacunku

– wyjaśnił Wales. – Mylił się, ale z naszej ówczesnej perspektywy brzmiało to sensownie”⁹³. Pierwszy artykuł pojawił się w marcu 2000. Dotyczył atonalności, a jego autorem był naukowiec z Uniwersytetu Johanna Gutenberga w Moguncji.

Proces wymyślony przez Sanegra i Walesa był strasznie powolny i co gorsza niezbyt przyjemny. Tymczasem, jak pokazał Justin Hall, główny sens pisania za darmo w internecie krył się właśnie w tym, że dawało to zastrzyk radości. W ciągu pierwszego roku Wales i Sanger udostępnili ledwie kilkanaście artykułów, co sprawiło, że osoba poszukująca informacji nie miała po co zaglądać do Nupedii. Kolejnych sto pięćdziesiąt tekstów czekało na recenzję albo redakcję, co tylko podkreślało, jak nieprzyjemny zrobił się proces redakcyjny. Został on skrupulatnie zaprojektowany tak, by nie dało się go przyskalować. Wales pojął to wówczas, kiedy postanowił osobiście napisać artykuł na temat Roberta Mertona – ekonomisty nagrodzonego Nagrodą Nobla za stworzenie matematycznego modelu rynku, na którym obraca się instrumentami pochodnymi. Wales sam opublikował kiedyś artykuł dotyczący teorii wyceniania opcji, więc doskonale orientował się w osiągnięciach Mertona. „Zacząłem pisać ten artykuł, ale czułem się bardzo onieśmielony, bo wiedziałem, że nasi ludzie wyślą go do najbardziej utytułowanych badaczy finansowości, jakich uda im się znaleźć – opowiedział Wales. – Nagle poczułem się tak, jakbym wciąż był na studiach doktoranckich. To było bardzo stresujące. Zdałem sobie sprawę, że sposób, w jaki to wszystko zorganizowaliśmy, był skazany na niepowodzenie”⁹⁴.

Wtedy właśnie Wales i Sanger odkryli oprogramowanie Warda Cunninghama. Jak wiele innowacji ery cyfrowej, Wikipedia – połączenie kodu wiki i Nupedii – była wspólnym dziełem szeregu osób i pokłosem pomysłów, które krążyły w eterze już od dłuższego czasu. Tym razem jednak kwestia zasług stała się niestety tematem debaty, zupełnie niezgodnej z filozofią wiki.

Sanger przedstawia taką wersję wypadków: na początku stycznia 2001 roku spotkał się przy przydrożnym straganie z tacos z zaprzyjaźnionym

inżynierem komputerowym o nazwisku Ben Kovitz. Kovitz szczegółowo opisał mu wiki Cunninghama, z której korzystał już od dłuższego czasu. Wówczas Sangera rzekomo oświeciło, że wiki mogła rozwiązać problemy, które trapiły Nupedię. „Od razu zacząłem się zastanawiać, czy wiki nie sprawdziłaby się jako prostszy i bardziej otwarty system redakcji darmowej encyklopedii współtworzonej przez wiele osób – wspominał później. – Im więcej o tym myślałem, choć nawet nie wiedziałem, jak taka wiki wygląda, tym bardziej wydawało mi się oczywiste, że to dobry pomysł”. W jego wersji historii następnie przekonał Walesa, żeby spróbować tego rozwiązania⁹⁵.

Kovitz ze swojej strony twierdzi, że to on wymyślił, by zastosować oprogramowanie wiki do stworzenia crowdsourcingowej encyklopedii i początkowo nie mógł przekonać Sanger. „Zasugerowałem, żeby nie ograniczać się do sprawdzonych redaktorów Nupedii, tylko oddać wiki do publicznego użytku i natychmiast wyświetlać wszelkie zmiany, bez recenzji – wspomina Kovitz. – Dokładnie ująłem to tak, żeby pozwolić »każdemu idiotce z dostępem do internetu« na modyfikowanie bez ograniczeń dowolnych podstron”. Sanger miał do tego pewne zastrzeżenia: „Przecież taki zupełny idiota mógłby zamieścić zupełnie nieprawdziwy albo tendencyjny opis, prawda?”. Kovitz odpowiedział: „Tak, a inni idioci mogliby usunąć te zmiany albo przerobić je na coś lepszego”⁹⁶.

Jeśli chodzi o wersję Walesa, to później twierdził on, że usłyszał o wiki miesiąc przed tym, jak Sanger spotkał się na lunchu z Kovitzem. Jakkolwiek by na to popatrzeć, wiki nie były tajemnicą. Pojawiły się cztery lata wcześniej i bywały tematem dyskusji programistów, w tym niejakiego Jeremy’ego Rosenfelda, zatrudnionego w BOMIS-ie rosnącego młokosa z uśmiechem od ucha do ucha. „Jeremy pokazał mi wiki Warda w grudniu 2000 roku i wyjaśnił, że to może rozwiązać nasz problem” – wspominał Wales, dodając, że kiedy Sanger pokazał mu to samo, zareagował, mówiąc: „A, tak, wiki, Jeremy pokazał mi to w zeszłym miesiącu”⁹⁷. Sanger zakwestionował tę wersję wydarzeń, czym zainicjował lawinę wzajemnych oskarżeń, która przetoczyła się przez forum dyskusyjne Wikipedii. Wales

podjął w końcu próbę załagodzenia sytuacji, pisząc: „O rany, uspokój się”, Sanger jednak kontynuował atak na wielu innych forach⁹⁸.

Ich dysputa stanowi klasyczny przypadek wyzwania, przed jakim stają historycy piszący o przejawach zespołowej kreatywności: każdy gracz inaczej wspomina udział pozostałych i ma naturalną skłonność do przeceniania własnego wkładu. Każdy z nas zauważał to wielokrotnie u swoich znajomych, a może nawet raz czy drugi u siebie. Nie sposób jednak nie dostrzec pewnej ironii w tym, że taka awantura towarzyszyła narodzinom jednego z najwspanialszych owoców współpracy w historii świata – serwisu internetowego założonego z wiarą, że ludzie będą pragnęli go współtworzyć, nie dostając nic w zamian^{vii}.

Zamiast skupiać się na tym, kto zasługuje na miano twórcy Wikipedii, lepiej zwrócić uwagę na zjawiska, które zachodzą, kiedy ludzie wymieniają się pomysłami. Rozumiał to na przykład Ben Kovitz. Miał on z całej trójki najwnikliwszą opinię na temat ich współpracy – „teorię trzmiela, który usiadł w odpowiedniej chwili na odpowiednim kwiatku”. „Pewne osoby, mając na celu krytykę albo umniejszenie zasług Jimmy’ego Walesa, zaczęły tytułować mnie jednym z założycieli Wikipedii, albo nawet »prawdziwym założycielem« – powiedział. – Podsunąłem tę koncepcję, ale nie należałem do założycieli. Byłem bardziej jak trzmiel. Kręciłem się przez pewien czas przy kwiatku wiki, a potem zapyliłem kwiatek wolnej encyklopedii. Rozmawiałem z wieloma innymi osobami, które miały ten sam pomysł, ale nie trafiły z nim na takie miejsce ani czas, żeby się przyjały”⁹⁹.

Tak właśnie często rozkwitają dobre rozwiązania: trzmiel obraca się w jednym świecie, po czym zapyła zebranych tam pomysłami inny, pełen częściowo uformowanych innowacji. W tym kryje się wartość zarówno narzędzi internetowych, jak i spotkania się na lunch przy straganach z tacos.

Cunningham nie miał nic przeciwko, a wręcz zachwycił się, kiedy Wales zadzwonił do niego w styczniu 2001 roku, by powiedzieć, że zamierza wykorzystać oprogramowanie wiki do podrasowania swojej encyklopedii.

Cunningham nie zamierzał patentować swojego kodu ani rejestrować nazwy wiki jako znaku handlowego. Był jednym z tych innowatorów, których cieszy, kiedy inni korzystają z ich produktów albo przerabiają je stosownie do swoich potrzeb.

Początkowo Wales i Sanger widzieli w Wikipedii jedynie przybudówkę dla Nupedii, coś w rodzaju wylęgarni. Sanger zapewnił ekspertów udzielających się w Nupedii, że artykuły wiki zostaną przeniesione do osobnej sekcji. „Jeśli jakiś artykuł na wiki osiągnie odpowiednio wysoki poziom, będzie można go włączyć do procesu redakcyjnego Nupedii” – napisał na forum¹⁰⁰. Nupedyjscy puryści obruszyli się nawet na to i zaczęli nalegać, by całkowicie odseparować Wikipedię, którą postrzegali jako amatorski śmietnik. Komitet Doradczy Nupedii zamieścił na swojej stronie dosadne oświadczenie o treści: „Zwracamy uwagę, że Nupedia i Wikipedia działają w oparciu o całkowicie odrębne procesy redakcyjne i regulaminy; nie wszyscy redaktorzy i recenzenci Nupedii popierają projekt Wikipedii, podobnie jak nie wszystkie osoby współtworzące Wikipedię popierają projekt Nupedii”¹⁰¹. Pedantyczni kapłani Nupedii nie zdawali sobie z tego sprawy, ale odcinając pępowinę, wyświadczyli Wikipedii wielką przysługę.

Pozbawiona balastu Wikipedia natychmiast oderwała się od ziemi. Stała się tym dla treści internetowych, czym GNU/Linux dla wolnego oprogramowania: wspólną, zdemokratyzowaną przestrzenią tworzoną i utrzymaną zespołowo przez ochotników, którzy angażowali się dla czystej obywatelskiej satysfakcji. Była to urocza, w pewnym sensie nieintuicyjna koncepcja, idealnie dopasowana do filozofii, nastrojów i technologii internetu. Każdy miał prawo edytować strony, a zmiany pojawiały się natychmiast. Nie trzeba było być specjalistą. Nie trzeba było przefaksowywać do redakcji odbitki dyplomu. Nie trzeba było dysponować autoryzacją ze strony Sił Wyższych. Nie trzeba się było nawet rejestrować ani używać prawdziwego nazwiska. I owszem, hasła padały czasem ofiarą wandalizmu. Czasem trzeba było usuwać wpisy idiotów i propagandzistów. Oprogramowanie wiki zapamiętywało jednak wszystkie zmiany. Społeczność mogła cofnąć artykuł do dowolnej wcześniejszej wersji

(wykonać tak zwany rewert), klikając w odpowiedni link. Badacz kultury medialnej Clay Shirky wyjaśnił ten proces w słowach: „Wyobraź sobie ścianę, z której łatwiej jest usunąć graffiti, niż nanieść na nią nowe. Ilość graffiti na takiej ścianie zależałaby od determinacji jej obrońców”¹⁰². Obrońcy Wikipedii są zdeterminowani jak mało kto. Niektóre bitwy o zasadność rewertów toczyły się z zaciekłością godną prawdziwych wojen i, co najciekawsze, często kończyły się zwycięstwem sił rozsądku.

Miesiąc po uruchomieniu Wikipedia miała tysiąc artykułów, mniej więcej siedemdziesiąt razy więcej niż Nupedia po całym roku. Do września 2001 roku, po ośmiu miesiącach istnienia, dysponowała już 10 tysiącami haseł. 11 września, kiedy doszło do ataków terrorystycznych, wikipedyści zabłysnęli przydatnością i redakcyjną sprawnością, błyskawicznie zamieszczając wpisy między innymi na temat World Trade Center i jego architekta. Rok później Wikipedia, licząca wtedy 40 tysięcy artykułów, prześcignęła *World Book*, encyklopedię, którą niegdyś kupiła Walesowi jego matka. Do marca 2003 roku liczba artykułów w wersji anglojęzycznej sięgnęła 100 tysięcy, a liczba aktywnych redaktorów, czyli takich, którzy udzielali się prawie codziennie, zbliżyła się do pięciuset. Widząc to, Wales zamknął Nupedię.

Sanger nie pracował z nim już wtedy od roku. Wales pozwolił mu odejść. Coraz częściej spierali się o sprawy podstawowe, jak choćby przekonanie Sangera, że należy odnosić się z większym szacunkiem do specjalistów i naukowców. Zdaniem Walesa, „ludzie, którzy oczekują szacunku, bo mają doktorat i nie chce im się zadawać z byle kim, bywają irytujący”¹⁰³. Sanger przeciwnie, uważał za irytujące szare masy bez akademickiego wykształcenia i po odejściu regularnie atakował Wikipedię za jej przyziemny charakter. „Społeczności wikipedystów brakuje zwyczaju czy też tradycji szacunku dla wiedzy” – napisał w manifeście opublikowanym w sylwestra 2004 roku. „W pierwszym roku istnienia Wikipedii usiłowałem wprowadzić zasadę, dla której niestety nie zdobyłem dostatecznego poparcia, by szanować zdanie ekspertów i przychylić się do niego”. Snobizm Sangera spotkał się z niechęcią zarówno samego Walesa, jak

i społeczności wikipedystów. „W rezultacie prawie nikt o znacznej wiedzy, ale ograniczonej cierpliwości, nie będzie miał ochoty redagować Wikipedii” – lamentował Sanger¹⁰⁴.

Okazało się, że Sanger nie miał racji. Niedyplomowany tłum nie odstręczył specjalistów, tylko wchłonął część z nich i przejął rolę pozostałych. We wczesnym stadium rozwoju Wikipedii, szukając informacji do książki o Albercie Einsteinie, natknąłem się na wpis sugerujący, że w 1935 roku udał się do Albanii, gdzie król Zogu I rzekomo pomógł mu w ucieczce przed nazistami, zdobywając dla niego wizę do Stanów Zjednoczonych. Była to zupełna nieprawda, aczkolwiek poparta odnośnikami do szemranych albańskich stron, które dumnie przedstawiały własną wersję historii. Opierały się w tym głównie na pochodzących z trzeciej ręki relacjach, jakoby ktoś usłyszał coś od swojego wujka, który z kolei usłyszał to od przyjaciela. Zalogowany pod własnym nazwiskiem, które było też moim pseudonimem na Wiki, usunąłem błędne stwierdzenie z artykułu. Wkrótce jednak pojawiło się z powrotem. Wtedy przedstawiłem na stronie dyskusji źródła, które dowodziły, że Einstein był w tym czasie w Princeton, gdzie dotarł, posługując się szwajcarskim paszportem. Nic to nie dało. Albańscy patrioci uparcie cofali moje zmiany. Przeciągaliśmy tak linię przez kilka tygodni. Zacząłem się martwić, że upór kilku zapalonych aktywistów w końcu wygra z mądrością tłumu zarządzającego Wikipedią. Tymczasem po pewnym czasie wojna edycyjna ucichła i wyjazd do Albanii zniknął raz na zawsze. Początkowo przypisywałem ten sukces nie ogółowi, tylko sobie, bo to ja walczyłem o poprawkę. Później jednak zdałem sobie sprawę, że sam, podobnie jak tysiące innych osób, byłem częścią tłumu, którego członkowie od czasu do czasu dodawali od siebie coś mądrego.

Jedną z podstawowych zasad Wikipedii stanowiła, że wpisy mają przedstawiać neutralny punkt widzenia. Sprawiało to, że artykuły, które powstawały, były zasadniczo rzetelne, nawet w przypadku tematów budzących kontrowersje, jak globalne ocieplenie czy aborcja. Reguła ta ułatwiła też współpracę ludziom o odmiennym spojrzeniu na świat. „Dzięki zasadzie neutralności zdarza się, że osoby aktywnie promujące przeciwne

poglądy wspólnie przygotowują artykuły – wyjaśnił Sanger. – Jest to dość niesamowite”¹⁰⁵. Społeczności zwykle udawało się tworzyć teksty trzymające się konsensusu naukowego, ale i przedstawiające konkurencyjne punkty widzenia. Wikipedia stała się modelowym przykładem, niestety rzadko naśladowanym, wykorzystania narzędzi cyfrowych do znalezienia wspólnego języka w skłóconym świecie.

Wikipedyści wspólnie opracowywali nie tylko treść, ale i zasady działania Wikipedii. Wales pielęgnował luźny system kolektywnego zarządzania, w którym pełnił bardziej funkcję przewodnika i motywatora niż szefa. Wewnątrz Wikipedii pojawiły się strony, na których użytkownicy wspólnymi siłami formułowali reguły i debatowali nad nimi. Mechanizm ten pozwolił opracować wytyczne dotyczące przywracania poprzednich wersji artykułów, mediacji w sporach, blokowania użytkowników i nadawania wybranym osobom rangi administratora. Żadna z zasad nie została narzucona odgórnie przez centralną władzę. Wszystkie wyrosły organicznie z rozważań społeczności. Jak w samym internecie, władza w Wikipedii była rozproszona. „Nie wyobrażam sobie, by pojedyncza osoba była zdolna spisać tak szczegółowe wytyczne – sądzi Wales. – Rozwiązania, do których dochodzimy w Wikipedii, często są bardzo dobrze przemyślane, bo tak wiele umysłów próbuje coś wniesć do każdego z nich”¹⁰⁶.

Dzięki oddolnej pracy jej twórców Wikipedia rozprzestrzeniła się niczym perz, organicznie obrastając treściami i przepisami. Na początku 2014 roku była dostępna w 287 językach, od afrikaans po żmudzki. Zawierała 30 milionów artykułów, z czego na wersję angielską przypadało 4,4 miliona^{viii}. Dla porównania, *Encyclopedia Britannica*, która przestała się pojawiać drukiem w 2010 roku, miała w wydaniu elektronicznym 80 tysięcy haseł, mniej niż dwa procent objętości Wikipedii. „Skumulowany wkład milionów współtwórców Wikipedii sprawia, że wystarczy jedno kliknięcie, by dowiedzieć się, na czym dokładnie polega zawał mięśnia sercowego, co spowodowało wojnę bożonarodzeniową pomiędzy Burkina Faso i Mali albo kim był Spangles Muldoon – napisał Clay Shirky. – Jest ona

nieplanowanym cudem, podobnym do tego, że »rynek zawsze wie«, ile chleba powinno się znaleźć w sklepie. Wikipedia jednak jest jeszcze dziwniejsza niż rynek: ludzie nie tylko współtworzą cały ten materiał za darmo, jest on również darmowy dla czytających”¹⁰⁷. Rezultatem jest największe społeczne repozytorium wiedzy w historii świata.

Co sprawia, że ludziom chce się pomagać? Zatrudniony na Harvardzie profesor Yochai Benkler nazwał Wikipedię pospołu z otwartym oprogramowaniem i innymi wolnymi projektami zespołowymi „egalitarnym systemem produkcji bazującym na dobrach wspólnych”. Jak wyjaśnił: „Podstawową jego cechą jest skuteczna współpraca przy szeroko zakrojonych projektach grup składających się z jednostek motywowanych nie przez siły rynkowe bądź nakazy kierownictwa, lecz przez różnorodne potrzeby i sygnały społeczne”¹⁰⁸. Za motywację może posłużyć psychologiczna nagroda w postaci kontaktu z innymi ludźmi albo poczucia, że oto osobiście zrobiło się coś przydatnego. Każdy z nas czerpie przyjemność z różnych drobiazgów. Jedni zbierają znaczki, inni czepiają się cudzej gramatyki, jeszcze inni pamiętają średnią uderzeń Jeffa Torbora z czasów college’u albo porządek bitewny obu stron w starciu pod Trafalgarem. W Wikipedii wszyscy możemy czuć się jak w domu.

Wiąże się to z czymś fundamentalnym, niemal zwierzęcym. Niektórzy wikipedyści wręcz mówią o uzależnieniu od wiki. Wprowadzenie wartościowej zmiany, która natychmiast pojawia się w Wikipedii, powoduje przypływ dopaminy, który uderza w ośrodek przyjemności w mózgu niczym dawka narkotyku. Do niedawna mało kto doświadczał radości bycia wydawanym. Większość tych, którzy zaliczają się do tej kategorii, dobrze pamięta euforię towarzyszącą pierwszemu publicznemu ukazaniu się naszych słów. Wikipedia, podobnie jak blogi, upowszechniła dostęp do tej przyjemności. Nie trzeba już mieć oficjalnych kwalifikacji ani być namaszczone przez elity prasowe.

Za przykład niech posłuży przypadek Lorda Emswortha. Jest to użytkownik, spod którego ręki wyszło wiele dostępnych na Wikipedii

artykułów dotyczących arystokracji brytyjskiej. Niektóre tak szczegółowo opisywały zawiłości systemu parowskiego, że pojawiały się na stronie głównej jako artykuły wyróżnione, a sam Lord Emsworth awansował na administratora. Dopiero później okazało się, że Lord Emsworth – który zapożyczył wirtualne nazwisko od postaci z powieści P.G. Wodehouse’a – był w rzeczywistości szesnastoletnim licealistą z South Brunswick w stanie New Jersey. W świecie Wikipedii nikt nie musi wiedzieć, że należysz do gminu¹⁰⁹.

Do tego dochodzi jeszcze głębsza satysfakcja płynąca z uwolnienia się od roli biernego odbiorcy i przyłożenia się do powstania informacji, z której wszyscy korzystamy. „Zaangażowanie ludzi w informacje, które czytają – napisał profesor z Harvardu Jonathan Zittrain – jest ważnym celem samo w sobie”¹¹⁰. Wikipedia, którą wspólnie tworzymy, nabywa specjalnego znaczenia, którego nie miałyby, gdyby podano ją nam na talerzu. Praca ramię w ramię z innymi pomaga się zaangażować.

Jimmy Wales miał w zwyczaju przytaczać inspirujący opis tego, jak sam widzi misję Wikipedii: „Wyobraź sobie świat, w którym każdy mieszkaniec Ziemi ma darmowy dostęp do całej ludzkiej wiedzy. To chcemy osiągnąć”. Był to bardzo ambitny, zuchwały i wartościowy cel, a mimo to znacznie poniżej rzeczywistych możliwości Wikipedii. Chodziło w niej bowiem nie tyle o dawanie ludziom czegokolwiek za darmo, ile umożliwienie im, by się włączyli, w sposób dotychczas niespotykany, w proces tworzenia i rozprowadzania wiedzy. Wales z czasem to zrozumiał. „Wikipedia daje ludziom nie tylko dostęp do cudzej wiedzy, ale i pozwala dzielić się własną – powiedział. – Kiedy pomagasz coś zbudować, czujesz się właścicielem tego czegoś, czujesz się zaangażowany. To daje o wiele większe poczucie satysfakcji niż otrzymanie tego samego w prezencie”¹¹¹.

Wikipedia była kolejnym krokiem w stronę wizji świata przedstawionej w 1945 roku przez Vannevara Busha, który przewidywał w swoim eseju *As We May Think*, że „pojawi się zupełnie nowy rodzaj encyklopedii – poprzepłatany sieciami ścieżek odwołań, przygotowanych tak, by uruchamiać je w memexie przy wykorzystaniu jego szczególnych

możliwości”. Nawiązywała do przemyśleń Ady Lovelace, która twierdziła, że maszyny staną się zdolne do wszystkiego poza samodzielnym myśleniem. Rzeczywiście, twórcy Wikipedii nigdy nie planowali zrobić z niej programu, który potrafiłby myśleć samodzielnie. Stanowiła za to oszałamiający przykład symbiozy człowieka z maszynami – splecenia ludzkiej mądrości i mocy obliczeniowej komputerów w piękny gobelin. W 2011 roku Walesowi i jego nowej żonie urodziła się córka. Dali jej na imię Ada, na cześć lady Lovelace¹¹².

Larry Page, Sergey Brin i wyszukiwanie

W styczniu 1994 roku, kiedy Justin Hall zakładał swój nietypowy dziennik, na świecie było zaledwie siedemset witryn internetowych. Pod koniec roku funkcjonowało ich już 10 tysięcy, a pod koniec następnego 100 tysięcy. Rozpowszechnienie się komputerów osobistych i dostępu do sieci doprowadziło do wspaniałej sytuacji – dowolna osoba mogła zewsząd uzyskiwać informacje i wszędzie rozpowszechniać własne treści. Tyle że zanim błyskawicznie rozwijający się wirtualny świat mógł się stać użyteczny, trzeba było wynaleźć metodę umożliwiającą łatwe wyszukiwanie potrzebnych informacji. Potrzebny był prosty interfejs łączący człowieka, komputer i sieć.

Zaczęto zatem tworzyć katalogi stron, początkowo ręcznie. Niektórzy podchodzili do tego lekko i nadawali im żartobliwe nazwy: Hall miał swoje „Linki z podziemia”, a Paul Phillips „Pochrzanione strony”. Inni traktowali sprawę bardzo poważnie i tak na przykład Tim Berners-Lee nadał swojemu katalogowi nazwę World Wide Web Virtual Library, NCSA postawił na „Nowości”, a Tim O’Reilly zdecydował się na Global Network Navigator. Pośrodku tego spektrum znajdowała się zaś witryna, która przeniosła wyszukiwanie na następny poziom. W jednym z wcieleń nosiła nazwę Jerry and David’s Guide to the Web, a utworzyła ją na początku 1994 roku dwójka doktorantów z Uniwersytetu Stanforda.

Jerry Yang i David Filo, bo tak się nazywali, mieli pisać rozprawy

doktorskie, ale odwlekali to, jak mogli, grając w wirtualną ligę koszykówki. „Robiliśmy, co się dało, byle tylko nie pisać naszych prac” – wspominał Yang¹¹³. Dlatego też Yang spędzał czas na wymyślaniu, jak wyszperać statystyki graczy z serwerów stosujących dwa protokoły często wykorzystywane do dystrybucji informacji w internecie przed rozpowszechnieniem się WWW: FTP i Gopher.

Kiedy pojawiła się przeglądarka Mosaic, Yang zainteresował się siecią i razem z Filo zaczęli ręcznie tworzyć katalog stron, który nieustannie się rozrastał. Był on podzielony na kategorie, takie jak biznes, edukacja, rozrywka, rząd itp., a te z kolei na dziesiątki podkategorii. Pod koniec 1994 roku zmienili nazwę swojego przewodnika po sieci na „Yahoo!”.

Wkrótce jednak musieli się zmierzyć z oczywistym problemem. Nie dało się ręcznie uaktualniać katalogu, kiedy liczba stron rosła każdego roku o rząd wielkości. Na szczęście istniały już narzędzia do wyszukiwania informacji udostępnianych na serwerach FTP i przez protokół Gopher. Nazywano je robotami internetowymi, albo potocznie crawlerami (dosł. pełzaczami), bo pełzały po internecie od serwera do serwera, kompilując indeksy. Dwa najsłynniejsze nosiły imiona pary z komiksu – Archie (dla plików FTP) i Veronica (dla Gophera). W 1994 roku projektowaniem robotów indeksujących i umożliwiających przeszukiwanie zawartości WWW zajmował się już cały szereg rzutkich programistów. Wśród ich dzieł warto wymienić choćby WWW Wanderera, stworzonego przez Matthew Graya z MIT, WebCrawlera Briana Pinkertona z Uniwersytetu Waszyngtońskiego, AltaVistę Louisa Moniera z Digital Equipment Corporation, Lycosa Michaela Mauldina z Uniwersytetu Carnegie Mellon, OpenText zespołu z kanadyjskiego Uniwersytetu Waterloo oraz Excite’a, stworzonego przez sześciu kolegów z Uniwersytetu Stanforda. Wszystkie te serwisy korzystały ze skaczących po linkach robotów – botów – które krążyły po sieci niczym grupa studentów robiąca obchód pubów i pochłaniały bez umiaru znalezione URL-e i dane.

Filo i Yang nie stworzyli własnego robota indeksującego, tylko zdecydowali się wykupić licencję na już istniejącego. Yahoo! starało się

podkreślać znaczenie swojego katalogu stron, który był tworzony przez ludzi. Kiedy użytkownik wpisywał szukany zwrot, komputery Yahoo! sprawdzały, czy jest powiązany z jakimś hasłem w katalogu stron, i jeśli tak było, wyświetlały ręcznie przygotowaną listę stron. Jeśli nie, pytanie było przekazywane wyszukiwarce korzystającej z robota.

Zespół Yahoo! błędnie założył, że większość użytkowników będzie poznawać zawartość sieci poprzez zwiedzanie, a nie poszukiwanie konkretnych informacji. „Nie wyobrażaliśmy sobie, że może dojść do takiego przestawienia się z eksploracji na typowe dziś szukanie określonych treści” – wspomina Srinija Srinivasan, pierwsza redaktor naczelna Yahoo! i kierowniczka redakcji informacyjnej, w której pracowało ponad sześćdziesięcioro młodych redaktorów i osób układających listy stron¹¹⁴. Yahoo!, opierając się na ludziach, przez lata (a nawet do dziś) znacznie lepiej od rywali radziło sobie z doborem wiadomości – ale nie z oferowaniem narzędzi wyszukiwania. Nie było sposobu, by Srinivasan ze swoim zespołem mogła nadążyć za ogromną liczbą nieustannie powstających nowych stron. Wbrew temu, co sądzili ona i jej koledzy z Yahoo!, główną metodą wyszukiwania informacji w światowej sieci miały się stać zautomatyzowane przeglądarki WWW. Drogę w tej dziedzinie wytyczyli dwaj inni doktoranci z Uniwersytetu Stanforda.

Larry Page urodził się i wychował w świecie techniki komputerowej¹¹⁵. Jego ojciec był wykładowcą informatyki i sztucznej inteligencji na Uniwersytecie Stanowym Michigan, a jego matka uczyła tam programowania. W 1979 roku, kiedy Larry miał sześć lat, ojciec przyniósł do domu komputer dla hobbystów, Exidy Sorcerer^{ix}. „Pamiętam, jaki byłem podekscytowany, że mamy komputer, bo to była wielka sprawa i prawdopodobnie był drogi. To było tak, jakbyśmy kupili samochód”¹¹⁶ – wspominał. Larry szybko opanował jego obsługę i używał go do odrabiania zadań domowych. „Byłem chyba pierwszym dzieckiem w mojej podstawówce, które oddawało prace przygotowane w edytorze tekstu”¹¹⁷.

W dzieciństwie jednym z jego bohaterów był Nikola Tesla, niezwykle

twórczy pionier, między innymi w dziedzinie elektryczności, który po śmierci został na pewien czas zapomniany, bo w odróżnieniu od Edisona nie odnajdywał się w świecie biznesu. Page, mając dwanaście lat, przeczytał biografię Tesli, która bardzo go poruszyła. „On był jednym z największych wynalazców, ale to bardzo smutna historia – stwierdził. – Nie udało mu się niczego skomercjalizować i ledwo zdobywał pieniądze na własne badania. Trzeba być bardziej jak Edison. Nie wystarczy tylko coś wynaleźć. Trzeba to wypuścić w świat. Trzeba to produkować, zarabiać na tym pieniądze, żeby mieć z czego finansować dalsze prace”¹¹⁸.

Rodzice Larry’ego często zabierali go wraz z jego bratem Carlem na długie wyprawy samochodem, czasem na konferencje poświęcone komputerom. „Zanim poszedłem na studia, odwiedziłem niemal wszystkie stany” – zauważył. Celem jednego z takich wyjazdów była International Joint Conference on Artificial Intelligence (Międzynarodowa Konferencja Poświęcona Sztucznej Inteligencji) w Vancouver, gdzie prezentowano mnóstwo niezwykłych robotów. Larry’ego nie chciano na nią wpuścić, bo nie miał ukończonych szesnastu lat, ale jego ojciec uparcie nalegał. „W zasadzie to na nich nakrzyczał. To była jedna z nielicznych sytuacji, gdy widziałem, jak się kłóci”¹¹⁹.

Drugą poza komputerami miłością Larry’ego, podobnie jak Steve’a Jobsa i Alana Kaya, była muzyka. Grał na saksofonie i studiował kompozycję, a latem wyjeżdżał na słynne obozy muzyczne do Interlochen w północnej części stanu Michigan. Organizatorzy stosowali tam metodę społecznego ustalania miejsca każdego dziecka w hierarchii artystycznej grupy. Na początku obozu uczestnikom przydzielano miejsca w orkiestrze, ale każdy mógł rzucić wyzwanie osobie siedzącej wyżej. Konkurenci dostawali szereg utworów do zagrania, a pozostałe dzieci słuchały, nie widząc, kto gra, po czym głosowały, kto był lepszy. „Po niedługim czasie wszystko się uspokajało i każdy wiedział, na czym stoi” – stwierdził Larry¹²⁰.

Rodzice Larry’ego poznali się podczas studiów na Uniwersytecie Michigan i okazało się, że nie do końca żartowali, twierdząc, że on też tam pójdzie. Tak właśnie się stało. Postanowił wybrać dwa główne kierunki

studiów – oprócz informatyki również biznes, poniekąd mając w pamięci losy Tesli, który nie skorzystał na swoich wynalazkach. Drugim argumentem był przykład starszego o dziewięć lat brata Carla, który po ukończeniu studiów został współzałożycielem jednego z pierwszych serwisów społecznościowych, sprzedanego później Yahoo! za 413 milionów dolarów.

Page wspomina, że spośród przedmiotów uniwersyteckich największe wrażenie zrobiły na nim zajęcia na temat interakcji człowieka z komputerem prowadzone przez Judith Olson. Ich celem było pomóc studentom zrozumieć, jak projektować łatwe w obsłudze, intuicyjne interfejsy. Larry napisał swoją pracę dyplomową na temat ekranu klienta poczty elektronicznej Eudora. W ramach badań oszacował, a następnie sprawdził, ile czasu zajmuje wykonanie poszczególnych zadań. Odkrył na przykład, że używanie klawiszy komend spowalnia działania o 0,9 sekundy w porównaniu do myszy. „Mam wrażenie, że nabyłem intuicyjnego zrozumienia, jak ludzie będą korzystali z ekranu, i uświadomiłem sobie, że te sprawy są bardzo istotne – powiedział. – Ale mamy o nich niewielkie pojęcie, nawet dziś”¹²¹.

Pewnego lata podczas studiów licencjackich Page wyjechał na obóz prowadzony przez instytut LeaderShape, zajmujący się szkoleniami w dziedzinie przywództwa. Wpajano tam uczestnikom „zdrowo lekceważące podejście do rzeczy niemożliwych”. To tam Larry nabrał pragnienia, które zaspokajał później w Google’u, by pracować nad projektami, które postrzegano jako znajdujące się na pograniczu brawury i szaleństwa. Szczególną pasją stały się dla niego rozwiązania dotyczące systemów transportu osobistego i samochodów autonomicznych¹²².

Kiedy Page złożył podania na studia doktoranckie, MIT go odrzucił, natomiast został przyjęty przez Uniwersytet Stanforda. Prawdę mówiąc, szczęśliwie się dla niego złożyło, bowiem Stanford był miejscem idealnym dla osoby zainteresowanej rozwiązaniami łączącymi technologię z biznesem. Od czasu gdy absolwent Stanforda Cyril Elwell założył Federal Telegraph w 1909 roku, przedsiębiorczość, wcześniej ledwie tolerowana

u studentów kierunków technicznych, zaczęła być dobrze widziana. Namacalnym symbolem tego nastawienia stał się park przemysłowy założony na terenie uniwersytetu na początku lat pięćdziesiątych przez ówczesnego rektora Szkoły Inżynierii Freda Termána. Sami wykładowcy przywiązywali do biznesplanów taką samą wagę jak do publikacji naukowych. „Właśnie na takim profesorach mi zależało, na ludziach stojących jedną nogą w przemyśle i pragnących robić zwariowane, przełomowe rzeczy – stwierdził Page. – Większość stanfordzkich profesorów informatyki tak właśnie do tego podchodzi”¹²³.

Większość elitarnych uniwersytetów kładła wówczas nacisk na pracę badawczą i nie sprzyjała przedsięwzięciom komercyjnym. Natomiast Uniwersytet Stanforda dążył do tego, by uczelnie były nie tylko instytucjami akademickimi, lecz również inkubatorami przedsiębiorczości. Jego studenci, absolwenci lub pracownicy stworzyli między innymi takie firmy, jak Hewlett-Packard, Cisco, Yahoo! i Sun Microsystems. Page, któremu pisane było trafić na szczyt tej listy, był przekonany, że takie podejście w istocie korzystnie wpływa na sferę badawczą. „Myślę, że produktywność badań podstawowych była dzięki temu o wiele wyższa, bo były zakorzenione w realnym świecie – stwierdził. – To nie są sprawy teoretyczne. Ważne, żeby pracować nad czymś, co dotyczy rzeczywistego problemu”¹²⁴.

Jesienią 1995 roku Page w ramach przygotowań do studiów doktoranckich uczestniczył w programie orientacyjnym obejmującym dzień zwiedzania San Francisco. Jego przewodnikiem był towarzyski doktorant znajdujący się już na drugim roku, Sergey Brin. Page był z natury milczący, ale Brin nieustannie bombardował go swoimi opiniami, tak że wkrótce zaczęli się sprzeczać na najróżniejsze tematy, od komputerów po zagospodarowanie przestrzenne. Świetnie się rozumieli. „Pamiętam, jak pomyślałem, że on jest okropny – przyznał Page. – I nadal tak myślę. Ale prawdopodobnie on to samo myśli o mnie”¹²⁵. Tak, to wrażenie było odwzajemnione. „Nawzajem uważaliśmy się za okropnych – zgodził się Brin. – No, dobra,

trochę sobie żartujemy. Spędziliśmy mnóstwo czasu na rozmowach ze sobą, więc chyba nie było tak źle. Lubiliśmy się przekomarzać”¹²⁶.

Rodzice Sergeya Brina też byli naukowcami, matematykami, ale jego dzieciństwo upłynęło w innych warunkach. Urodził się w Moskwie, gdzie ojciec wykładał matematykę na Moskiewskim Uniwersytecie Państwowym, a matka była inżynierem badawczym w Rosyjskim Instytucie Nafty i Gazu. Ze względu na żydowskie pochodzenie mieli ograniczone możliwości zawodowe. „Byliśmy raczej biedni – powiedział Sergey w rozmowie z dziennikarzem Kenem Auletą. – Moi rodzice nieraz przeżywali bardzo trudne okresy”. Kiedy ojciec złożył wniosek o emigrację, obydwójce stracili pracę. Wizy umożliwiające wyjazd otrzymali w maju 1979 roku, gdy Sergey miał pięć lat. Dzięki pomocy Hebrew Immigrant Aid Society (HIAS; Hebrajskiego Stowarzyszenia Pomocy Imigrantom) osiedlili się w dzielnicy robotniczej w pobliżu University of Maryland, na którym ojciec dostał posadę wykładowcy matematyki. Matka natomiast została pracownikiem naukowym pobliskiego należącego do NASA Centrum Lotów Kosmicznych imienia Roberta H. Goddarda.

Sergey uczęszczał do szkoły Montessori, w której pielęgnowano niezależność myślenia. „Nikt ci nie mówi, co masz robić – wyjaśnił. – Musisz sam wytyczyć sobie drogę”¹²⁷. Okazało się, że Page miał podobne doświadczenia. Kiedy pytano ich później, czy głównym czynnikiem, który zdecydował o ich sukcesie, byli rodzice naukowcy, obaj odparli, że ważniejsze było chodzenie do szkoły Montessori. „Myślę, że to częściowo wynikało z tego wychowania, żeby nie przestrzegać zasad ani rozkazów, samemu się motywować, kwestionować to, co się dzieje na świecie, i postępować odrobinę inaczej” – utrzymywał Page¹²⁸.

Kolejnym doświadczeniem łączącym Brina z Page’em było to, że jemu również rodzice sprezentowali w dzieciństwie komputer. Był to Commodore 64 i otrzymał go na dziewiąte urodziny. „Wtedy o wiele łatwiej było programować własny komputer niż dziś – opowiadał. – Komputer miał wbudowany interpreter języka BASIC^x, można było więc od razu zacząć pisać własne programy”. W gimnazjum Brin z kolegą

tworzyli programy, które miały symulować sztuczną inteligencję, prowadząc pisemną wymianę zdań z użytkownikiem. „Nie sądzę, żeby dzieciaki dziś zaczynające swoją przygodę z komputerem miały tak przyjazne wprowadzenie do programowania jak ja”¹²⁹.

Buntownicze nastawienie wobec władzy omal nie wpędziło go w kłopoty, gdy mając prawie siedemnaście lat, pojechał z ojcem do Moskwy. Na widok milicyjnego samochodu zaczął rzucać w niego kamieniami. Milicjanci wysiedli, żeby interweniować, ale rodzicom udało się załagodzić sytuację. „Moja buntowniczkość wynikała, jak sądzę, z tego, że urodziłem się w Moskwie. To mi towarzyszyło aż do dorosłości”¹³⁰.

Brin czerpał inspirację z wielu książek, między innymi ze wspomnień słynnego fizyka Richarda Feynmana, który zachwalał siłę płynącą z łączenia sztuki z nauką w taki sposób, jak to robił Leonardo da Vinci. „Pamiętam fragment, w którym opowiadał, że naprawdę chciał być Leonardem da Vincim, artystą i uczonym – wspominał Brin. – Dla mnie to było bardzo inspirujące. Myślę, że dzięki temu można mieć satysfakcjonujące życie”¹³¹.

Sergey ukończył liceum w trzy lata i tyle samo czasu zajęło mu uzyskanie licencjatu z matematyki i informatyki na Uniwersytecie Maryland. Przez pewien okres wraz z innymi maniakami komputerowymi spędzał czas, korzystając z serwisów BBS i chatroomów, ale w końcu znudzili go „dziesięcioletni chłopcy usiłujący gadać o seksie”. Potem wciągnęły go gry fabularne online rozgrywane przy użyciu interfejsu tekstowego – MUD-y, i nawet sam jedną napisał – o listonoszu dostarczającym wybuchające paczki. „Spędziłem tyle czasu w świecie MUD-ów, że zaczęły mi się wydawać super” – stwierdził¹³². Wiosną 1993 roku, jego ostatniego roku w Maryland, pobrał na swój komputer przeglądarkę Mosaic niedawno wypuszczoną przez Andreessena i wówczas zafascynowała go sieć.

Brin otrzymał stypendium Narodowej Fundacji Nauki na Uniwersytecie Stanforda i postanowił skupić się na badaniu technik eksploracji danych. (Na swoje podwójne nieszczęście MIT odrzucił również jego). Chcąc się doktoryzować, Brin musiał zdać osiem kompleksowych egzaminów

i siedem z nich zaliczył bez trudu wkrótce po przyjęciu na uczelnię. „Tego, który, jak sądziłem, najlepiej mi poszedł, nie zdałem – wspominał. – Przeszedłem się do profesora i podyskutowałem z nim o odpowiedziach. Skończyło się na tym, że go przekonałem. W ten sposób zaliczyłem wszystkie osiem”¹³³. Dzięki temu Brin mógł wybrać sobie przedmioty, jakie chciał studiować, i zaspokajać swoje odrobinę niecodzienne pasje sportowe, które obejmowały akrobatykę, ćwiczenia na trapezie, żeglarstwo, gimnastykę i pływanie. Brin potrafił chodzić na rękach i twierdził, że kiedyś nawet rozważał ucieczkę i występy w cyrku. Uwielbiał też jazdę na rolkach i nieraz widziało się go, jak mknął na nich po korytarzu.

Kilka tygodni po rozpoczęciu nauki na Stanfordzie Page wraz z Brinem i resztą Wydziału Informatyki przenieśli się do Gates Computer Science Building^{xi}. Brina zirytował bezsensowny system numeracji pomieszczeń wprowadzony przez architekta, toteż opracował własny, przyjęty przez władze wydziału, który lepiej określał położenie każdego z gabinetów i odległości pomiędzy nimi. „Był bardzo intuicyjny, jeśli mogę tak powiedzieć” – stwierdził¹³⁴. Page’owi przydzielono gabinet razem z trójką innych studentów studiów doktoranckich, w którym postanowił urzędować również Brin. Były w nim wiszące rośliny z systemem podlewania sterowanym przez komputer, fortepian podłączony do komputera, szereg elektronicznych zabawek i maty do spania dla tych, którzy chcieli uciąć sobie drzemkę lub pracowali całą noc.

Page i Brin stali się do tego stopnia nierozłączni, że przylgnął do nich CamelCase’owy przydomek LarryAndSergey. Kiedy dyskutowali albo się przekomarzali, byli niczym dwa ostrzące się nawzajem miecze. Tamara Munzner, jedyna kobieta w grupie, nazywała ich bystrzakami-głupolami, bo czasami zażarcie dyskutowali o abstrakcyjnych pomysłach, na przykład, czy można zbudować obiekt wielkości domu z nasion fasoli limeńskiej. „Fajnie było dzielić z kimś takim pokój – wspominała. – Pasowaliśmy do siebie, pracowaliśmy o najdziwniejszych porach. Pamiętam, że kiedyś mieliśmy komplet o trzeciej nad ranem”¹³⁵. Page i Brin byli znani nie tylko

z inteligencji, ale też odwagi. „Nie przejawiali fałszywego szacunku wobec autorytetów – stwierdził profesor Rajeev Motwani, jeden z ich doradców. – Stale ze mną dyskutowali. Nie mieli żadnych oporów, by do mnie powiedzieć: »Ale pan gada bzdury!«”¹³⁶.

Jak wiele par innowatorów, LarryAndSergey mieli uzupełniające się osobowości. Page nie był specjalnie towarzyski i łatwiej mu było nawiązać kontakt wzrokowy z ekranem monitora niż z nieznajomymi. Cierpiał na przewlekłe problemy ze strunami głosowymi spowodowane infekcją wirusową, toteż mówił cichym i chrypliwym głosem, a ponadto miał zwyczaj – godny podziwu, aczkolwiek wprawiający niektórych w zakłopotanie – czasami w ogóle się nie odzywać. W rezultacie kiedy już coś powiedział, wbijało się to wszystkim w pamięć. Potrafił się zupełnie odciąć od otoczenia, ale kiedy tylko zapragnął, bywał niebywale czarujący. Chętnie i szczerze się uśmiechał, miał ekspresyjną twarz i słuchał rozmówcy ze skupieniem, które mogło zarówno pochlebiać, jak i wytrącać z równowagi. Przywiązywał ogromną wagę do ścisłości myślenia, toteż potrafił wskazać błędy logiczne w najbardziej przyziemnych uwagach, a poza tym z łatwością zmieniał zdawkową rozmowę w głębszą dyskusję.

Brin natomiast bywał czarująco arogancki. Potrafił wpadać do cudzych gabinetów bez pytania, zasypywać kolegów pomysłami i prośbami oraz rozmawiać na każdy temat. Page miał naturę bardziej refleksyjną i powściągliwą. Brinowi wystarczała świadomość, że coś działa, tymczasem Page musiał sobie przemyśleć dlaczego. Gadatliwy i ożywiony Brin na ogół dominował w towarzystwie, ale to przy cichych uwagach Page’a pod koniec dyskusji zebrani pochylali się i zaczynali ze skupieniem słuchać. „Ja zapewne byłem trochę bardziej nieśmiały niż Sergey, chociaż on pod pewnymi względami też jest nieśmiały – zauważył Page. – Tworzyliśmy świetny zespół, bo ja myślałem chyba szerzej i miałem inne umiejętności. Ja się kształciłem w dziedzinie inżynierii komputerowej. Lepiej się znam na sprzęcie. On natomiast ma lepsze przygotowanie z matematyki”¹³⁷.

Page’a najbardziej zdumiała inteligencja Brina. „Po prostu był

nadzwyczaj inteligentny, nawet jak na Wydział Informatyki”. Poza tym dzięki swojej towarzyskiej naturze Brin zbliżał ludzi. Kiedy Page pojawił się na Stanfordzie, otrzymał, jak inni doktoranci, biurko w dużym, otwartym gabinecie, który nazywano bullpen^{xii}. „Sergeya dość mocno ciągnęło do ludzi – opowiedział Page. – Starał się poznać wszystkich studentów i przesiadywał u nas w bullpenie”. Brinowi udawało się nawet nawiązywać dobre znajomości z profesorami. „Sergey po prostu wchodził profesorom do gabinetów i z nimi rozmawiał jakby nigdy nic. To było dość niezwykle jak na doktoranta. Myślę, że oni to tolerowali, bo był inteligentny i mnóstwo wiedział. Potrafił dodać coś od siebie na prawie każdy temat”¹³⁸.

Page dołączył do Human-Computer Interaction Group (Grupy do spraw Interakcji Człowiek-Komputer), która badała sposoby poprawienia symbiozy człowieka z maszynami. Zajmował się więc tą samą dziedziną, której dotyczyły jego ulubione zajęcia na Uniwersytecie Michigan i którą zapoczątkowali Licklider i Engelbart. Stał się propagatorem rozwiązań zorientowanych na użytkownika, czyli takich, w których stawiało się nacisk na intuicyjność oprogramowania i interfejsów. Użytkownik miał w nich zawsze rację. Wybierając się na Stanford, Page wiedział, że chce, by jego promotorem został Terry Winograd: radosny profesor o fryzurze przywodzącej na myśl Einsteina. Wcześniej Winograd prowadził badania nad sztuczną inteligencją, ale po okresie rozważań na temat istoty ludzkich mechanizmów poznawczych skupił się, jak kiedyś Engelbart, na poszukiwaniu sposobów, w jakie maszyny mogłyby usprawnić (a nie powielić albo zastąpić) ludzki umysł. „Odszedłem od tego, co nazwalibyśmy sztuczną inteligencją, na rzecz poszukiwania odpowiedzi na szersze pytanie: »Jakiej pożądamy interakcji z komputerami?«” – wyjaśnił Winograd¹³⁹.

Dziedzina interakcji człowiek-komputer i projektowania interfejsów mimo szlachetnych korzeni w badaniach Licklidera była wtedy wciąż uważana za mało ścisłą. Poważnym informatykom nie odpowiadało, że wykładali ją ludzie, którzy kiedyś byli profesorami psychologii, jak sam

Licklider albo Judith Olson. „Dla ludzi studiujących maszyny Turinga czy co tam jeszcze zajmowanie się ludzkimi reakcjami wydawało się czymś bardzo ckliwym, prawie jakbyśmy ugrzęźli po stronie humanistów” – tłumaczył Page. Winograd zapewnił swojej nowej dyscyplinie lepszą renomę. „Terry miał bardzo solidne kwalifikacje informatyczne z czasów, gdy pracował nad sztuczną inteligencją, ale interesowała go też interakcja człowieka z komputerem – dziedzina, którą prawie nikt się nie zajmował i która, moim zdaniem, zasługiwała na większy szacunek”. Jedne z ulubionych zajęć Page’a nazywały się „Zastosowania techniki filmowej w projektowaniu interfejsów użytkownika”. „Uczyły praktycznych zastosowań języka i technik filmowych w interfejsach komputerowych” – wyjaśnił¹⁴⁰.

Brin z kolei skupiał się w swojej pracy naukowej na zagadnieniach związanych z eksploracją danych. Wspólnie z profesorem Mothwanim założył grupę Mining Data at Stanford, w skrócie MIDAS. We współpracy z jeszcze jednym doktorantem Craigiem Silversteinem, który został później pierwszym pracownikiem Google’a, opublikowali szereg artykułów, w tym dwa na temat analizy koszykowej – techniki badań rynku służącej ocenie, jak prawdopodobne jest, że konsument, który nabędzie produkty A i B, kupi również C i D¹⁴¹. Z czasem przerodziło się to u Brina w zainteresowanie metodami analizy zależności zachodzących w innej skarbnicy danych – sieci.

Page z pomocą Winograda zaczął szukać tematu na swoją dysertację. Rozważył ponad dziesięć pomysłów, między innymi dotyczący projektowania samosterujących samochodów (czym zajmuje się dziś Google). Ostatecznie postanowił podjąć poszukiwania metody, która pozwalałaby ocenić znaczenie wybranej strony internetowej w porównaniu z innymi. Zastosował podejście, które odzwierciedlało jego akademickie wychowanie, a dokładnie: świadomość, że jednym z kryteriów określających znaczenie pracy naukowej jest liczba cytowań ze strony innych naukowców. Kierując się tą samą zasadą, można było ustalić

względną wartość strony WWW, zliczając odnośniki, które do niej prowadzą.

Page stanął jednak przed problemem, który wynikał ze sposobu, w jaki Tim Berners-Lee zaprojektował sieć. Ku konsternacji purystów hipertekstu w rodzaju Teda Nelsona autorzy stron WWW mogli linkować treści bez pytania o zgodę autora, a odnośniki działały w jedną stronę i nie musiały być rejestrowane w centralnej bazie danych. Pozwoliło to sieci rozrastać się bez ograniczeń. Jednak oznaczało to również, że nie da się w prosty sposób sprawdzić liczby oraz źródła linków prowadzących do strony. Kiedy przyjrzało się witrynie, widać było wszystkie odnośniki wychodzące, ale liczba i jakość odnośników wskazujących na nią z zewnątrz była zagadką. „Sieć była gorszą wersją systemów współpracy, z którymi miałem wcześniej do czynienia, bo jej hipertekst miał wadę: nie miał dwukierunkowych odnośników” – wyjaśnił Page¹⁴².

Page zaczął się więc zastanawiać, jak zbudować olbrzymią bazę danych z odnośnikami, którą mógłby przeszukać niejako wstecz, w celu poznania sieci połączeń pomiędzy stronami. Motywowała go między innymi chęć ułatwienia współpracy w sieci. Jego rozwiązanie miało umożliwić ludziom dodawanie przypisów do cudzych stron. Miało dać hipotetycznemu Harry’emu możliwość napisania komentarza, który przez to, że zawierałby link do strony Sally, byłby widoczny dla jej odwiedzających. „Odwrócenie odnośników i możliwość wyśledzenia ich źródła pozwoliłyby zamieszczać komentarze albo tworzyć przypisy, po prostu linkując do stron” – wyjaśnił Page¹⁴³.

Koncepcja odwracania linków bazowała na zuchwałym pomysśle, na który Page wpadł pewnego razu w środku nocy, kiedy obudził go sen. „Pomyślałem: a gdyby tak zgrać całą sieć i zostawić same odnośniki – wspominał. – Chwyciłem długopis i zacząłem wypisywać bardziej szczegółowy plan. Spędziłem pół nocy, gryzmołąc i przekonując siebie, że to się uda”¹⁴⁴. Ta nocna eksplozja aktywności posłużyła mu za lekcję. „Wyznaczając cele, możecie pozwolić sobie na odrobinę szaleństwa – powiedział później grupie izraelskich studentów. – Na studiach koledzy

nauczyli mnie maksymy: »Niedowiarkom zagraj na nosie«. Sądę, że to naprawdę fajne życiowe motto. Trzeba próbować tego, na co większość ludzi by się nie odważyła”¹⁴⁵.

Stworzenie mapy sieci było nie lada zadaniem. Już wówczas, w styczniu 1996 roku, istniało 100 tysięcy stron WWW, które zawierały 10 milionów dokumentów i prawie miliard odnośników. Całość wciąż rosła w postępie geometrycznym. Na początku lata Page napisał robota internetowego, którego zadaniem było podążanie wszystkimi napotkanymi linkami, poczynając od jego osobistej strony. Przemykając po sieci niczym pająk, zapisywał treść i pochodzenie wszystkich łączy hipertekstowych oraz tytuły stron. Page nazwał swój projekt BackRub (dosł. masaż pleców).

Page poinformował Winograda, że według jego zgrubnych szacunków napisany przez niego crawler powinien wykonać swoje zadanie w kilka tygodni. „Terry pokiwał głową, dobrze wiedząc, że zajmie mu to o wiele dłużej, ale roztropnie nic mi nie powiedział – wspomina Page. – Młodocianego optymizmu często się nie docenia!”¹⁴⁶ Niedługo później projekt Page’a wykorzystywał prawie połowę dostępnej Stanfordowi przepustowości internetowej i co najmniej raz sprawił, że cały kampus stracił dostęp do sieci. Władze uniwersytetu nie miały jednak nic przeciwko temu. „Kończy mi się miejsce na dyskach” – napisał Page w e-mailu do Winograda 15 lipca 1996 roku. Zebrał do tego czasu 24 miliony URL-ów i ponad 100 milionów odnośników. „Mam dopiero jakieś piętnaście procent stron, ale wygląda to bardzo obiecująco”¹⁴⁷.

Zuchwała i złożona natura projektu Page’a zaintrygowała obdarzonego matematycznym umysłem Sergeya Brina, który szukał tematu do własnej dysertacji. Z wielką przyjemnością połączył więc siły z przyjacielem: „To był najbardziej ekscytujący ze wszystkich projektów, bo po pierwsze dotyczył sieci, która stanowi reprezentację ludzkiej wiedzy, a po drugie – lubił Larry’ego”¹⁴⁸.

Na tym etapie BackRub wciąż jeszcze miał być kompilacją linków zwrotnych i potencjalnie posłużyć za podstawę systemu przypisów albo

bazę danych do analizy cytowań. „Co niesamowite, wcale nie wpadłem na to, by zbudować wyszukiwarke – przyznał Page. – Nawet nie przeszło mi to przez myśl”. W miarę upływu czasu wymyślali z Brinem coraz bardziej wyrafinowane sposoby oceniania znaczenia stron na podstawie liczby i jakości prowadzących do niej linków. Dopiero wtedy chłopcom od BackRuba zaświtało, że na bazie ich indeksu stron posortowanych według przydatności można by stworzyć wysokiej klasy wyszukiwarke. W ten sposób narodził się Google. Page stwierdził później: „Kiedy przyjdzie ci do głowy naprawdę wspaniałe marzenie, chwyć je!”¹⁴⁹.

Początkowo nowa odsłona projektu nazywała się PageRank, bo szeregowala strony zindeksowane przez BackRuba, a Page miał wypaczone poczucie humoru i odrobinę przerośnięte ego^{xiii}. „No tak, to się odnosiło do mojego nazwiska, niestety – przyznał potem ze skruchą. – Teraz mi jest za to trochę głupio”¹⁵⁰.

Decyzja, by obrać za cel stworzenie rankingu stron, poskutkowała wprowadzeniem kolejnego poziomu złożoności. Page i Brin zdali sobie sprawę, że zamiast poprzestać na zliczaniu linków prowadzących do każdej ze stron, mogliby przypisać każdemu z nich pewną wartość. Odnośnik z „New York Timesa” powinien znaczyć więcej niż link z pokoju Justina Halla w akademiku college’u Swarthmore. Skutkiem tego myślenia był proces rekurencyjny z wieloma pętlami sprzężenia zwrotnego: pozycja strony w rankingu zależała od liczby i jakości prowadzących do niej odnośników, których jakość z kolei wynikała z liczby i jakości linków prowadzących do stron, z których pochodziły, i tak dalej. „To jedna wielka rekurencja – wyjaśnił Page. – Jedno wielkie koło. Ale matematyka jest super. Można to rozwiązać”¹⁵¹.

Brin całym sercem doceniał tego rodzaju matematyczną złożoność. „Tak naprawdę to opracowaliśmy sporo rozwiązań matematycznych, żeby to obliczyć – wspominał. – Przekonwertowaliśmy całą sieć w jedno wielkie równanie z setkami milionów zmiennych, które przedstawiały rangę wszystkich stron internetowych”¹⁵². W pracy naukowej, której współautorami byli ich promotorzy, przedstawili najpierw złożone

równania matematyczne, opierające się na liczbie przychodzących linków i jakości tychże w odniesieniu do innych stron. Następnie dodali wyjaśnienie w prostych słowach skierowane do laików: „Strona ma wysoką rangę, kiedy suma rang jej linków przychodzących jest wysoka. Obejmuje to zarówno przypadki, kiedy do strony prowadzi wiele linków, jak i kiedy prowadzi do niej kilka linków o wysokiej randze”¹⁵³.

Najważniejszym pytaniem było, rzecz jasna, czy PageRank będzie dawał lepsze rezultaty wyszukiwania od konkurencji. Zrobili więc porównanie. Jedno z haseł, którymi się posłużyli, brzmiało „uniwersytet”. AltaVista i inne wyszukiwarki zwracały listę losowo wybranych stron, w których treści pojawiało się to słowo. „Pamiętam, że zapytałem: »Dlaczego serwujecie ludziom taką tandetę?«”. W odpowiedzi usłyszał, że sam jest sobie winny i powinien bardziej sprecyzować zapytanie. „Na zajęciach z interakcji człowieka z komputerem nauczyłem się, że zrzucanie winy na użytkownika to zła strategia, więc wiedziałem, że to, co robią, jest fundamentalnie błędne. Wychodząc od tej mądrej zasady, że użytkownik ma zawsze rację, doszliśmy do wniosku, że potrafilibyśmy stworzyć lepszą wyszukiwarke”¹⁵⁴. W PageRanku pierwszymi wynikami w odpowiedzi na hasło „uniwersytet” były Stanford, Harvard, MIT i Uniwersytet Michigan. Bardzo ich to ucieszyło. Page wspomina, że jego pierwszą reakcją było: „Wow”. „Było jasne i dla mnie, i dla reszty naszej grupy, że taki sposób tworzenia rankingów na podstawie nie samej strony, ale tego, co myśli o niej reszta świata, był czymś naprawdę wartościowym z perspektywy wyszukiwania”¹⁵⁵.

Zachęcenі sukcesem Page i Brin zajęli się udoskonalaniem PageRanku. Zwiększyli liczbę analizowanych czynników, dodając między innymi częstotliwość występowania słów kluczowych na stronie, a także ich umiejscowienie i wielkość czcionki. Postanowili premiować słowa kluczowe znajdujące się w URL-ach, pisane wielką literą albo umieszczone w tytule. Analizowali kolejne zestawy wyników i wprowadzali subtelne zmiany do swoich równań. Odkryli, że należy przykładać szczególną wagę

do tekstu odnośnika. Na przykład na stronie Białego Domu prawie nie figurowało nazwisko prezydenta, ale PageRank wiedział, by podać ją jako pierwszy rezultat wyszukiwania dla hasła „Bill Clinton”, bo od słów „Bill Clinton” zaczynało się wiele linków do adresu whitehouse.gov. Z kolei jedna z konkurencyjnych wyszukiwarek w odpowiedzi na zapytanie „Bill Clinton” jako pierwszy wynik podawała stronę „Żart o Billu Clintonie na dziś”¹⁵⁶.

Po części ze względu na to, jaką masę stron i odsyłaczy przetwarzała, Page i Brin nazwali swoją wyszukiwarkę Google – od liczby googol, czyli jedynki ze stu zerami. Zasugerował to jeden z kolegów dzielących z nimi gabinet na Stanfordzie, Sean Anderson. Sprawdzili wtedy, czy domena „Google” jest dostępna, a kiedy okazało się, że tak, Page natychmiast ją kupił. „Nie wydaje mi się, żebyśmy wtedy zdawali sobie sprawę, że zrobiliśmy błąd ortograficzny – przyznał później Brin. – Ale googol i tak był zajęty. Jakiś facet miał już zarejestrowany adres Googol.com i nie chciał mi go sprzedać, bo twierdził, że się do niego przywiązał. Zostaliśmy więc przy Google”¹⁵⁷. Było to wesołe słowo, a do tego łatwe do zapamiętania, napisania i przekształcenia w czasownik^{xiv}.

Page i Brin starali się ulepszyć Google’a na dwa sposoby. Po pierwsze zorganizowali na jego potrzeby zdecydowanie więcej przepustowości łącza, mocy obliczeniowej i przestrzeni dyskowej niż którykolwiek z konkurentów. Podrasowali swojego robota internetowego, tak że zaczął indeksować sto stron na sekundę. Poza tym z fanatycznym oddaniem studiowali zachowanie użytkowników i usprawniali swoje algorytmy. Czasami użytkownicy klikali na pierwszy wynik wyszukiwania i już nie wracali na stronę wyników, z czego można było wnioskować, że znaleźli to, na czym im zależało. Jeśli jednak wracali niemal od razu i zmieniali treść zapytania, oznaczało to, że wyniki nie spełniły ich oczekiwań, a programiści powinni się przyjrzeć doprecyzowanemu zapytaniu, by określić, co było pierwotnym obiektem poszukiwań. Z kolei przewijanie do drugiej albo trzeciej strony wyników było oznaką, że użytkownik otrzymał wyniki ułożone w złej kolejności. Jak zwrócił uwagę dziennikarz Steven

Levy, dzięki tej pętli sprzężenia zwrotnego Google nauczył się, że użytkownicy wpisujący w okienko wyszukiwania „psy” czasami szukali też „szczeniactków”, a „gotowanie” mogło oznaczać „gorącą wodę”. Później zaś ten sam mechanizm pomógł mu zrozumieć, że „hot dog” nie oznacza „gotujących się szczeniactków”¹⁵⁸.

Page nie był jedyną osobą, która wpadła na pomysł rozwiązania opartego na analizie odsyłaczy. Podobna koncepcja przyszła do głowy chińskiemu inżynierowi Yanhongowi (Robinowi) Li, który studiował na Uniwersytecie Stanowym Nowego Jorku w Buffalo, po czym zatrudnił się w oddziale firmy Dow Jones w stanie New Jersey. Wiosną 1996 roku, akurat gdy Page i Brin pracowali nad PageRankiem, Li wymyślił algorytm określający wagę wyników wyszukiwania na podstawie liczby linków łączących do danej strony oraz zawartości tekstu, do którego linki te były zakotwiczone. Dał mu nazwę RankDex. Następnie kupił poradnik wyjaśniający, jak opatentować swój pomysł. Zdobył ostatecznie patent z pomocą Dow Jonesa, ale kiedy okazało się, że ten nie jest zainteresowany RankDexem, wyjechał na zachód, gdzie podjął pracę dla Infoseeka, po czym wrócił do Chin. W Chinach założył Baidu, które jest obecnie najpopularniejszą chińską wyszukiwarką i jednym z najpotężniejszych globalnych konkurentów Google’a.

Na początku 1998 roku baza danych Page’a i Brina zawierała już mapę niecałych 518 milionów hiperłączy. Cała sieć liczyła ich wtedy około trzech miliardów. Page’owi zależało, by Google nie pozostał projektem czysto akademickim. „Mieliśmy ten sam problem co Nikola Tesla – wyjaśnił. – Kiedy wynajdziesz coś, co wydaje ci się świetne, chcesz, żeby używało tego jak najwięcej ludzi”¹⁵⁹.

Z racji tego, że chcieli przekuć obiekt swojej pracy doktorskiej w biznes, Page i Brin niechętnie odnosili się do pomysłu opublikowania czy też formalnego przedstawienia swoich osiągnięć. Ponieważ jednak promotorzy na nich naciskali, wiosną 1998 roku napisali dwudziestostronicowy artykuł. Wyjaśniał on teoretyczną podbudowę PageRanku i Google’a, nie obnażając

jednak szczegółów jego działania na tyle, by mogła na tym zyskać konkurencja. Page i Brin zatytułowali go *The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine* („Anatomia wielkoskalowej hipertekstowej wyszukiwarki sieciowej”) i zaprezentowali podczas konferencji, która odbyła się w Australii w kwietniu 1998 roku.

„W artykule tym przedstawiamy Google’a, prototyp wielkoskalowej wyszukiwarki wykorzystującej w znacznej mierze strukturę zawartą w hipertekście” – zaczynał się artykuł¹⁶⁰. Po zindeksowaniu ponad pół miliarda z trzech miliardów linków tworzących sieć udało im się obliczyć PageRank („dobrze skorelowany z subiektywnym ludzkim wyobrażeniem o tym, co ważne”) dla co najmniej 25 milionów stron WWW. Opisali konstrukcję „prostego iteratywnego algorytmu” określającego PageRank każdej strony. „Zastosowaliśmy do sieci konwencję cytowań znaną z literatury akademickiej, przede wszystkim zliczając cytaty i odsyłacze prowadzące do danej strony. Pozwala to z pewnym przybliżeniem ocenić znaczenie lub jakość witryny. PageRank rozwija tę koncepcję, przypisując odsyłaczom różną wagę w zależności od źródła”.

Artykuł zawierał wiele technicznych detali na temat ustalania miejsca w rankingu, indeksowania stron i iteracji algorytmów. Kilka jego akapitów wytyczało obiecujące kierunki potencjalnych przyszłych badań. Było jednak oczywiste, że Page i Brin nie są zainteresowani działalnością akademicką ani prowadzeniem badań naukowych. Jednoznacznie dążyli do uruchomienia przedsięwzięcia komercyjnego. „Google jest wyszukiwarką stworzoną z myślą o skalowaniu – oznajmiali w podsumowaniu. – Nadrzędnym celem jest zapewnianie wysokiej jakości wyników wyszukiwania”.

Uczelnie nastawione na działalność akademicką mogłyby mieć trudność z zaakceptowaniem nastawienia Page’a i Brina, jednak Stanford nie tylko pozwalał studentom i doktorantom zajmować się przedsięwzięciami komercyjnymi, ale wręcz do tego zachęcał i służył pomocą. Utrzymywał nawet biuro, którego pracownicy pomagali przejść proces patentowy i negocjować umowy licencyjne. „Wspieramy przedsiębiorczość

i przebojowość – oznajmił rektor John Hennessy. – Nasi pracownicy rozumieją, że żeby zmienić świat, lepiej jest pokazać ludziom gotowy produkt niż pisać o nim teoretyczne elaboraty”¹⁶¹.

Page i Brin najpierw próbowali sprzedać licencję na swoje oprogramowanie innym firmom, w którym to celu spotkali się z prezesami Yahoo!, Excite’a i AltaVisty. Milion dolarów, którego żądali, był niewygórowaną ceną, jeśli zważyć, że w skład oferty wchodziły prawa do ich patentów oraz ich osobiste usługi. „Te firmy były wtedy warte setki milionów dolarów albo i więcej – powiedział później Page. – Nie był to dla nich znaczący wydatek. Ich kierownictwu brakowało jednak perspektywy. Większość stwierdziła, że »wyszukiwanie jest niezbyt ważne«”¹⁶².

W rezultacie Page i Brin założyli własną firmę. Pomogło im, że w promieniu kilku kilometrów od kampusu działali bogaci przedsiębiorcy, którym zdarzało się odgrywać rolę aniołów biznesu, a na leżącej nieopodal Sand Hill Road mieli siedziby skłonni do ryzyka inwestorzy venture capital. Jeden z profesorów Sergeya i Larry’ego, David Cheriton, założył z pomocą jednego z takich inwestorów, współzałożyciela Sun Microsystems Andy’ego Bechtolsheima, firmę produkującą sprzęt dla sieci Ethernet, którą sprzedał później Cisco Systems. W sierpniu 1998 roku Cheriton zasugerował Page’owi i Brinowi, by spotkali się z Bechtolsheimem. Pewnej nocy o bardzo późnej godzinie Brin napisał do Bechtolsheima e-mail. Dostał odpowiedź prawie natychmiast i nazajutrz rano wszyscy zainteresowani zebrali się na patio domu Cheritona w Palo Alto.

Choć z ich studenckiego punktu widzenia godzina była upiorna, Page’owi i Brinowi udało się zachęcająco zaprezentować swoją przeglądarkę. Pokazali, że za pomocą swojego klastra minikomputerów są w stanie pobrać, zindeksować i uszeregować za pomocą PageRanku większość stron WWW. Było to miłe spotkanie u szczytu boomu internetowego. Na dodatek Bechtolsheim zadawał pytania, które napawały optymizmem. Miał ku temu powód: większość osób, z którymi się spotykał, mydliła mu oczy prezentacjami w PowerPointach z nadzieją, że sprzedadzą mu pomysł na nieistniejące jeszcze oprogramowanie. Ta dwójka natomiast pokazała mu

działający program, w którym mógł wpisywać zapytania, otrzymując po chwili odpowiedzi znacznie lepsze niż te z AltaVisty. Do tego obaj założyciele mieli silne osobowości i byli diabelsko inteligentni – dokładnie w typie, na który lubił stawiać. Bechtolsheimowi podobało się też, że nie przeznaczali większych pieniędzy – właściwie to żadnych – na marketing. Wiedzieli, że Google był wystarczająco dobry, by wieść o nim rozniosła się sama, inwestowali więc każdy grosz w samodzielnie składane komputery. „Inne młode firmy z miejsca wydawały sporą część kapitału inwestorów na reklamę – tłumaczył Bechtolsheim. – Totalnie odmienne podejście. Stwórz coś wartościowego, a inni się na tym poznają”¹⁶³.

Brin i Page byli początkowo przeciwni pomysłowi wyświetlania reklam w ich witrynie. Bechtolsheim wiedział jednak, że na stronie z wynikami wyszukiwania da się łatwo – i z zachowaniem zasad etyki – umieścić czytelnie oznakowane reklamy. Oznaczało to, że Google dysponował łatwym do wykorzystania potencjalnym strumieniem przychodu. „To jest najlepszy pomysł, jaki widziałem od lat” – podsumował dzieło Brina i Page’a Bechtolsheim. Porozmawiali chwilę o wycenie firmy i Bechtolsheim powiedział im, że zbyt słabo się cenią. „Cóż, nie chcę marnować czasu – zaczął kończyć rozmowę, bo musiał się udać do pracy. – Na pewno wam pomoże, jeśli po prostu wypiszę czek”. Poszedł do samochodu po książeczkę czekową i wypisał kwit na 100 tysięcy dolarów dla „Google Inc.”. Brin powiedział mu, że nie mają jeszcze konta bankowego, na co usłyszał: „Zrealizujcie go, jak już je założycie”, po czym Bechtolsheim odjechał swoim porsche.

Brin i Page poszli świętować do Burger Kinga. „Pomyśleliśmy, że powinniśmy zafundować sobie coś naprawdę smacznego, chociaż to było naprawdę niezdrowe – opowiedział Page. – I tanie. Uznaliśmy, że taka kombinacja jest w sam raz, żeby uczcić znalezienie inwestora”¹⁶⁴.

Czek Bechtolsheima wystawiony na Google Inc. posłużył Page’owi i Brinowi za impuls, by oficjalnie założyć firmę. „Musieliśmy szybko znaleźć prawnika” – powiedział Brin¹⁶⁵. Page wspominał: „Pomyśleliśmy: wow, teraz to chyba naprawdę musimy założyć firmę”¹⁶⁶. Ze względu na

reputację Bechtolsheima – i imponujący charakter produktu Google’a – zgłosili się inni inwestorzy, w tym Jeff Bezos, szef Amazonu. „Zakochałem się w Larrym i Sergeyem – mówił Bezos. – Mieli wizję. Byli zorientowani na użytkownika”¹⁶⁷. Pozytywny szum wokół Google’a osiągnął takie natężenie, że kilka miesięcy później Page’owi i Brinowi udało się dokonać czegoś niezwykłego i zdobyć pieniądze od obu rywalizujących ze sobą największych firm venture capital w Dolinie Krzemowej: Sequoia Capital i Kleiner Perkins.

Poza pomocnym uniwersytetem, niezmordowanymi mentorami i inwestorami venture capital Dolina Krzemowa dysponowała czymś jeszcze: mnóstwem garaży. Hewlett i Packard projektowali w nich swoje pierwsze produkty, a Jobs i Wozniak składali pierwsze płyty główne Apple’a I. Kiedy Page i Brin zdali sobie sprawę, że czas zapomnieć o doktoracie i opuścić uczelniane gniazdko, sami znaleźli odpowiedni garaż – na dwa samochody, przylegający do domu z kilkoma wolnymi pokojami i wanną. Znajdował się on w Menlo Park, był do wynajęcia za 1700 dolarów miesięcznie i należał do koleżanki ze Stanfordu, Susan Wojcicki, która wkrótce dołączyła do Google’a. We wrześniu 1998 roku, miesiąc po spotkaniu z Bechtolsheimem, Page i Brin zarejestrowali swoją spółkę, otworzyli konto bankowe i zrealizowali czek. Na ścianie garażu zawiesili białą tablicę ozdobioną napisem „Google Worldwide Headquarters” (Światowa Centrala Google’a).

Google nie tylko umożliwił dostęp do wszystkich informacji zawartych w World Wide Web; stanowił również rewolucyjny skok w rozwoju „symbiozy pomiędzy człowiekiem a komputerem”, o której cztery dekady wcześniej pisał Licklider. Yahoo! próbowało mniej zaawansowanego podejścia do tego samego zagadnienia, łącząc elektroniczne wyszukiwanie z katalogami przygotowywanymi przez człowieka. Rozwiązanie, które wybrali Page i Brin, może na pierwszy rzut oka sprawiać wrażenie, jakby rezygnowało z udziału ludzi na rzecz internetowych robotów i komputerowych algorytmów. Wystarczy jednak przyrzeć mu się

wnikliwiej, by zdać sobie sprawę, że stanowi doskonałe połączenie intelektu człowieka z maszyną. Algorytm Google'a działa w oparciu o miliardy decyzji podejmowanych przez ludzi umieszczających odnośniki na swoich stronach. Jest swego rodzaju zautomatyzowanym odwołaniem się do ludzkiej mądrości, wyższą formą symbiozy komputerów i człowieka. „Proces ten może wydawać się całkowicie zautomatyzowany – wyjaśnił Brin – ale jeśli chodzi o udział człowieka w ostatecznym produkcie, to miliony ludzi poświęcają czas, projektując własne strony, decydując, do kogo i jak odesłać za pomocą linku; czynnik ludzki też jest zatem w tym wszystkim obecny”¹⁶⁸.

W swoim przełomowym eseju z 1945 roku *As We May Think* Vannevar Bush postawił wyzwanie: „Suma ludzkich doświadczeń rozrasta się w zdumiewającym tempie, podczas gdy środki, za pomocą których przeciskamy się przez powstały w wyniku tego labirynt ku istotnym w danej chwili skrawkom wiedzy, nie zmieniły się od czasu, kiedy zaczęliśmy stosować ożagłowanie rejowe”. W artykule, który przekazali przełożonym ze Stanfordu zaraz przed tym, jak odeszli założyć firmę, Brin i Page zwrócili uwagę na to samo: „Liczba zindeksowanych dokumentów wzrosła o kilka rzędów wielkości, ale zdolność użytkownika do przeglądania dokumentów już nie”. Może nie byli tak elokwentni jak Bush, ale udało im się zrealizować jego marzenie. Zaradzili przeładowaniu informacjami poprzez współpracę człowieka z maszyną. Google stał się w ten sposób punktem kulminacyjnym sześćdziesięcioletniego procesu, który odmienił świat, budując ściśle więzi między ludźmi, komputerami i sieciami. Dziś każdy może się dzielić informacjami z innymi i – jak obiecywał wiktoriański almanach Bernersa-Lee – zaglądać do sieci, „cokolwiek chce wiedzieć”.

ⁱ Podobnie jak HTTP w przypadku WWW, Gopher był internetowym (TCP/IP) protokołem warstwy aplikacji. Działał w oparciu o menu i pozwalał na wyszukiwanie i przesyłanie dokumentów online (głównie tekstowych). Linki nie były zaszyte w dokumencie, lecz realizowane były po stronie serwera. Nazwa protokołu pochodzi od uczelnianej maskotki, była też fonetycznie zbliżona do „go for” czyli w wolnym tłumaczeniu „idź na to”.

[ii](#) Rok później Andreessen połączył siły z odnoszącym sukces za sukcesem przedsiębiorcą Jimem Clarkiem i założył firmę o nazwie Netscape, która wydała komercyjną wersję przeglądarki Mosaic.

[iii](#) Bitcoin i inne kryptowaluty wykorzystują matematyczne techniki szyfrowania i inne rozwiązania kryptograficzne do stworzenia bezpiecznego środka płatniczego niepodlegającego centralnej kontroli.

[iv](#) Oliver North – były oficer marines, który jako autor nielegalnego planu dozbrajania nikaraguańskiej partyzantki Contras przyczynił się do jednej z największych kompromitacji prezydenta Reagana. Później zaś, ku konsternacji wielu Amerykanów, został kandydatem na senatora z ramienia Partii Republikańskiej, twarzą popularnego serialu dokumentalnego *War Stories with Oliver North* (2001–2010) i autorem szeregu poczytnych książek o tematyce wojskowej – przyp. tłum.

[v](#) W marcu 2003 roku słowo „blog”, zarówno jako rzeczownik, jak i czasownik, pojawiło się w *Oxford English Dictionary*.

[vi](#) Polskie tłumaczenie: <http://www.linux-community.pl/node/4> – przyp. tłum.

[vii](#) Co znaczące i godne pochwały, hasła Wikipedii poświęcone historii jej samej oraz roli Walesa i Sangera są zrównoważone i obiektywne, aczkolwiek wymagało to szeregu kłótni na forum dyskusyjnym.

[viii](#) Polska Wikipedia zawierała 1 stycznia 2014 roku nieco ponad milion haseł – przyp. tłum.

[ix](#) Stworzony przez właściciela Byte Shopu Paula Terrella. Tego samego, który pomógł rozkręcić Apple’a, zamawiając pięćdziesiąt sztuk komputera Apple I.

[x](#) Napisany przez Billa Gatesa.

[xi](#) Gates dotował budynki informatyki na Harvardzie, Stanfordzie, MIT i Uniwersytecie Carnegie Mellon. Budynek na terenie Harvardu, który ufundował ze Steve’em Ballmerem, został nazwany „Maxwell Dworkin” – od nazwisk panińskich ich matek.

[xii](#) Miejsce rozgrzewki miotaczy w baseballu na skraju boiska – przyp. tłum.

[xiii](#) ang. *page* – strona (przyp. tłum.)

[xiv](#) „Google” jako czasownik pojawiło się w *Oxford English Dictionary* w 2006 roku.

Rozdział 12

Wiwat Ada!

Zarzut lady Lovelace

Ada Lovelace byłaby całkiem zadowolona. Oczywiście możemy jedynie snuć domysły na temat tego, co myślałaby dzisiaj osoba, która zmarła ponad sto pięćdziesiąt lat temu; niemniej jednak całkiem łatwo jest wyobrazić sobie Adę piszącą list, w którym z dumą informuje o tym, że zgodnie z jej przewidywaniami maszyny liczące stały się uniwersalnymi komputerami – pięknymi maszynami, zdolnymi nie tylko wykonywać działania na liczbach, ale także komponować muzykę, przetwarzać słowa i „spajać uogólnione symbole w ciągi o nieograniczonej różnorodności”.





Tego rodzaju maszyny pojawiły się w latach pięćdziesiątych XX wieku. To, że zrewolucjonizowały nasze życie, stało się możliwe dzięki dwóm innowacyjnym rozwiązaniom, wprowadzonym w ciągu kolejnych trzydziestu lat. Pierwszym z nich były mikrochipy, które pozwoliły na zminiaturyzowanie komputerów do takich rozmiarów, że mogły one stać się urządzeniami osobistymi; drugą innowacją były sieci pakietowe, pozwalające na połączenie komputerów w sieć. Wyposażenie komputerów osobistych w dostęp do internetu umożliwiło masowy rozwój cyfrowej kreatywności, a także dzielenie się treściami, budowanie społeczności oraz tworzenie i utrzymywanie sieci kontaktów międzyludzkich. W ten sposób urzeczywistniło się to, co Ada określała mianem „poetyckiej nauki”, w której twórcza inwencja oraz technologia splatają się ze sobą niczym wątek i osnowa w gobelinie utkanym na krośnie Jacquarda.

Ada miałaaby również wszelkie podstawy, by szczycić się trafnością swojej drugiej, bardziej kontrowersyjnej tezy, mówiącej o tym, że żaden, choćby nawet najmocniejszy komputer nie stanie się nigdy maszyną „myślącą”. Sto lat po śmierci Ady Alan Turing nazwał to twierdzenie „zarzutem lady Lovelace” i w odpowiedzi na niego sformułował operacyjną definicję maszyny myślącej, zgodnie z którą osoba zadająca takiej maszynie pytania na podstawie otrzymywanych odpowiedzi nie byłaby w stanie odróżnić jej od człowieka; przewidywał też, że w ciągu kilku najbliższych dziesięcioleci powstanie komputer, który zda taki test. Od tamtej pory minęło już sześćdziesiąt lat, a mimo to maszyny biorące udział w teście Turinga w najlepszym razie próbują oszukać człowieka za pomocą kiepskich konwersacyjnych trików, które nie mają jednak wiele wspólnego

z rzeczywistym myśleniem. A już z pewnością żaden komputer nie był dotąd w stanie pokonać kolejnej poprzeczki, zawieszanej jeszcze wyżej przez Adę Lovelace, według której kryterium inteligencji jest zdolność do „tworzenia” własnych myśli.

Od czasu gdy Mary Shelley stworzyła swoją opowieść o Frankensteinie – miało to miejsce podczas wakacji spędzonych w towarzystwie ojca Ady, lorda Byrona – kolejnym pokoleniom nie dawała spokoju myśl, że jakiś wytwór człowieka mógłby okazać się zdolny do samodzielnego rozumowania. Motyw Frankensteina stał się jednym z ulubionych motywów gatunku science fiction. Doskonałym tego przykładem był film *2001: Odyseja kosmiczna*, nakręcony przez Stanleya Kubricka w 1968 roku. Jednym z jego bohaterów był zatrważająco inteligentny komputer HAL. Posiadał on wiele typowo ludzkich atrybutów: potrafił nie tylko mówić, ale także rozumować, rozpoznawać twarze, doceniać piękno, okazywać emocje i (jakżeby inaczej) grać w szachy. Kiedy wszystko wskazywało na to, że HAL uległ usterce, astronauta postanowili go wyłączyć; komputer zorientował się jednak w ich zamiarach i zabił prawie wszystkich członków załogi. Jedyńemu ocalałemu astronauta po długich i heroicznych zmaganiach udało się w końcu zdobyć dostęp do komponentów odpowiadających za procesy kognitywne HAL-a. Kiedy zaczyna kolejno je wyłączać, komputer stopniowo traci świadomość. W swoich ostatnich chwilach HAL intonuje piosenkę *Daisy Bell* – był to swoisty hołd Kubricka dla pierwszej piosenki wykonanej przez komputer. Model IBM 704 zaśpiewał ją w pracowni Bell Labs w roku 1961.

Entuzjaści sztucznej inteligencji od dawna obiecują, a może raczej straszą, że już wkrótce powstaną maszyny takie jak HAL, a wraz z nimi pojawi się niezbity dowód na to, że Ada była w błędzie. W 1956 roku John McCarthy i Marvin Minsky zorganizowali w Dartmouth konferencję poświęconą tematyce inteligentnych maszyn; był to początek badań nad sztuczną inteligencją. Uczestnicy konferencji doszli do wniosku, że przełom w pracach w tej dziedzinie nauki nastąpi za mniej więcej

dwadzieścia lat. Tak się jednak nie stało. Mijały kolejne dekady i coraz to nowi eksperci zapewniali, że narodziny sztucznej inteligencji są już tylko kwestią czasu, być może jedynie dwudziestu lat. Mimo to sztuczna inteligencja wciąż pozostaje jedynie mirażem, a my w dalszym ciągu słyszymy o dwudziestoletniej perspektywie.

John von Neumann zajmował się problematyką sztucznej inteligencji na krótko przed swoją śmiercią w roku 1957. Uczestnicząc w pracach nad architekturą nowoczesnych komputerów cyfrowych, zdał sobie sprawę, że różni się ona zasadniczo od architektury ludzkiego mózgu. Cyfrowe komputery operują na precyzyjnych jednostkach, podczas gdy mózg człowieka – na tyle, na ile jesteśmy w stanie go poznać i zrozumieć – stanowi system częściowo analogowy, w którym zawarte jest całe continuum możliwości. Innymi słowy, ludzki proces myślowy obejmuje wiele krótkich impulsów i analogowych fal docierających do mózgu z wielu różnych nerwów, splatających się ze sobą i tworzących nie tylko binarne dane typu „tak-nie”, ale również odpowiedzi w rodzaju „być może”, „prawdopodobnie” oraz nieskończenie wiele innych niuansów, łącznie ze zdarzającym się od czasu do czasu poczuciem konsternacji. Von Neumann zasugerował, że w przyszłości prace nad inteligentnymi urządzeniami komputerowymi będą wymagać rezygnacji z podejścia czysto cyfrowego na rzecz „procedur mieszanych”, łączących metody cyfrowe z analogowymi. „Logika będzie musiała przejść pseudomorfozę w neurologię” – stwierdził. Z grubsza rzecz biorąc, oznaczało to tyle, że komputery będą musiały upodobnić się do ludzkiego mózgu¹.

Próbie taką podjął w roku 1958 profesor Uniwersytetu Cornella Frank Rosenblatt, który zastosował matematyczne podejście w celu stworzenia sztucznej sieci neuronowej, przypominającej ludzki mózg. Sieć ta, nazwana przez swojego twórcę Perceptronem, za pomocą ważonych sygnałów wejściowych mogła, przynajmniej w teorii, przetwarzać dane wizualne. Kiedy finansująca badania Rosenblatta Marynarka Wojenna Stanów Zjednoczonych ujawniła informacje na temat stworzonego przez niego systemu, wywołało to spory szum w mediach, podobnie jak miało to

miejsce przy wielu wcześniejszych doniesieniach o nowych osiągnięciach w dziedzinie sztucznej inteligencji. „Marynarka Wojenna ujawniła dziś informacje na temat załączka elektronicznego komputera, który w przyszłości będzie w stanie chodzić, mówić, widzieć, pisać, reprodukować się, a także posiadać świadomość własnej egzystencji” – donosił „New York Times”. „New Yorker” w równie entuzjastycznym tonie pisał: „Perceptron [...] jak sama jego nazwa wskazuje, posiada zdolność myślenia. [...] Wydaje się, że mamy do czynienia z pierwszym równorzędnym rywalem dla ludzkiego mózgu”².

To wszystko działo się niemal sześćdziesiąt lat temu. Perceptron wciąż nie istnieje³. Mimo to co roku pojawiają się utrzymane w sensacyjnym tonie informacje o kolejnym cudzie techniki, który pojawi się lada dzień i będzie z powodzeniem naśladował ludzki mózg, a nawet przewyższy go pod różnymi względami. Autorzy wielu z tych doniesień posługują się prawie identycznymi sformułowaniami, jakich używano w 1958 roku w artykułach o Perceptronie.

Dyskusja na temat sztucznej inteligencji uległa pewnemu ożywieniu – przynajmniej na łamach prasy popularnej – po tym jak skonstruowany przez IBM komputer szachowy Deep Blue pokonał w 1997 roku szachowego mistrza świata Garri Kasparowa. Po raz kolejny o sztucznej inteligencji zrobiło się głośno w roku 2011, gdy Watson (komputer IBM-u odpowiadający na pytania zadawane w języku naturalnym) wygrał teleturniej *Jeopardy!*⁴, pokonując dwóch wielokrotnych zwycięzców tej zabawy, czyli Brada Ruttera oraz Kena Jenningsa. „Wydaje mi się, że te dwa wydarzenia obudziły całą społeczność skupioną wokół tematyki sztucznej inteligencji” – stwierdziła dyrektor generalna IBM-u Ginni Rometty⁴. Jak sama jednak przyznała, nie można było mówić o żadnym rzeczywistym przełomie i powstaniu sztucznej inteligencji na miarę ludzkiej. Deep Blue wygrał partię szachów z Kasparowem dzięki brutalnej sile: był w stanie analizować 200 milionów pozycji na sekundę i porównywać otrzymane wyniki z bazą danych na temat 700 tysięcy

rozegranych w przeszłości partii arcymistrzowskich. Większość z nas zgodzi się zapewne, że kalkulacje przeprowadzane przez Deep Blue różniły się diametralnie od tego, co uważamy za prawdziwe myślenie. „Deep Blue był inteligentny w takim samym sensie, w jakim inteligentny jest wasz programowalny budzik – skwitował Kasparow. – Inna rzecz, że świadomość przegranej z wartym 10 milionów dolarów budzikiem nie poprawia mi samopoczucia”⁵.

Podobnie było z Watsonem, który wygraną w *Jeopardy!* zawdzięczał swojej potężnej mocy obliczeniowej: jego baza danych zajmowała cztery terabajty pamięci i zawierała 200 milionów stron informacji (Watson miał między innymi dostęp do całej treści Wikipedii, która zajmowała zaledwie 0,2 procenta ogólnych zasobów jego pamięci operacyjnej). W ciągu jednej sekundy był w stanie przeszukać odpowiednik miliona książek. Całkiem nieźle radził też sobie z przetwarzaniem informacji sformułowanych w potocznej wersji języka angielskiego. Niemniej jednak nikt, kto widział Watsona w akcji, nie zaryzykowałby stwierdzenia, że byłby on w stanie pomyślnie przejść test Turinga. Szefowie zespołu IBM-u obawiali się nawet, że scenarzyści teleturnieju zechcą pod pretekstem teleturnieju przeprowadzić taki test i specjalnie ułożą pytania tak, by oszukać maszynę. Dlatego przedstawiciele firmy zażądali, by uczestnikom programu zadawano pytania pochodzące z wcześniejszych, niewyemitowanych odcinków teleturnieju. Mimo to komputerowi przydarzyły się wpadki, które nie pozostawiały wątpliwości, że Watson nie jest człowiekiem. Jedno z pytań dotyczyło „anatomicznej anomalii” olimpijskiego gimnastyka George’a Eysera. Watsona powiedział: „Czym jest noga?”. Tymczasem prawidłowa odpowiedź wymagała wskazania, że Eyser posiadał tylko jedną nogę. Jak wyjaśnił David Ferrucci, kierownik projektu Watson w firmie IBM, komputer miał problem ze zrozumieniem, na czym polega anomalia. „Watson nie domyślał się, że brak jednej nogi jest czymś szczególnie osobliwym”⁶.

John Searle, profesor filozofii z Berkeley i autor argumentu „chińskiego pokoju”, podważającego adekwatność testu Turinga, stwierdził

kategorycznie, że Watson nie posiadał nawet cienia sztucznej inteligencji. „Watson nie rozumiał ani pytań, ani odpowiedzi, ani tego, że niektóre z jego własnych odpowiedzi były poprawne, a inne błędne. Nie rozumiał, że uczestniczy w teleturnieju, podobnie jak nie rozumiał, że go wygrał. Watson w ogóle nic nie rozumiał – skonstatował Searle. – Komputer IBM-u nie został i nie mógł zostać zaprojektowany tak, by cokolwiek rozumieć. Zaprojektowano go po to, żeby symulował rozumienie. Miał zachowywać się tak, jak gdyby rozumiał”⁷.

Z tym poglądem zgadzali się nawet ludzie z IBM-u. Żaden z nich nigdy nie utrzymywał, że Watson jest „inteligentną” maszyną. „Dzisiejsze komputery to błyskotliwi idioci – stwierdził John E. Kelly III, dyrektor do spraw badań w IBM-ie. – Dysponują niezwykłymi możliwościami, jeśli chodzi o przechowywanie informacji i przeprowadzanie obliczeń numerycznych. Pod tym względem pozostawiają ludzi daleko w tyle. Jeśli jednak chodzi o inne umiejętności, takie jak zdolność rozumienia, uczenia się, adaptacji i interakcji, komputery znacznie ustępują człowiekowi”⁸.

Komputery Deep Blue i Watson nie tylko nie zdołały udowodnić, że jesteśmy coraz bliżej tego, by w odniesieniu do maszyn można było mówić o sztucznej inteligencji; tak naprawdę dowiodły czegoś wręcz przeciwnego. „Paradoksalnie, ostatnie osiągnięcia uwypukliły jedynie ograniczenia nauki o komputerach i sztucznej inteligencji – stwierdził profesor Tomaso Poggio, dyrektor Center for Brains, Minds, and Machines (Centrum Badań nad Mózgiem, Umysłem i Maszynami) w MIT. – Wciąż jeszcze nie rozumiemy, w jaki sposób procesy zachodzące w mózgu umożliwiają wyłonienie się inteligencji; nie wiemy też, jak skonstruować maszyny dorównujące inteligencją człowiekowi”⁹.

Douglas Hofstadter, wykładowca na Uniwersytecie Indiany, wydał w 1979 roku książkę *Gödel, Escher, Bach*, która nieoczekiwanie stała się prawdziwym bestsellerem; zawarł w niej postulat połączenia sztuki i nauki. Hofstadter uważał bowiem, że jedyna droga do stworzenia sensownej sztucznej inteligencji wiedzie poprzez zrozumienie tego, jak działa ludzka wyobraźnia. Zaproponowane przez niego podejście zostało jednak

w znacznym stopniu zarzucone w latach dziewięćdziesiątych, kiedy to badacze doszli do wniosku, że bardziej opłacalne jest rozwiązywanie skomplikowanych zadań poprzez zaprzęgnięcie potężnej mocy obliczeniowej do przetwarzania ogromnych ilości danych – właśnie w taki sposób grał w szachy komputer Deep Blue¹⁰.

Takie podejście dało dość osobliwe rezultaty: komputery są dziś w stanie wykonywać najtrudniejsze zadania (analizowanie miliardów możliwych pozycji szachowych czy też znajdowanie korelacji w setkach zbiorów informacji, z których każdy dorównuje wielkością Wikipedii), ale nie radzą sobie z zadaniami, które z perspektywy zwykłego człowieka wydają się banalne. Zadajcie Google’owi jakieś trudne pytanie w rodzaju: „Jaka jest głębokość Morza Czerwonego?”, a w mgnieniu oka otrzymacie odpowiedź: „2211 metrów” – takich rzeczy nie wie nawet najmądrzejszy z waszych przyjaciół. Jeśli jednak spróbujecie zapytać o coś naprawdę prostego, na przykład: „Czy krokodyl potrafi grać w koszykówkę?”, okaże się, że Google nie ma na ten temat pojęcia, chociaż poprawnej odpowiedzi udzielił wam byle brzdąc (wystarczy poczekać, aż skończy chichotać)¹¹.

W laboratorium Applied Minds w Los Angeles można prześledzić pasjonujący proces programowania robota zdolnego do samodzielnego poruszania się; szybko jednak staje się jasne, że mimo wszystko ma on problemy z manewrowaniem w nieznanym pomieszczeniu, a także z podniesieniem kredki i napisaniem własnego imienia. Odwiedzając siedzibę Nuance Communications nieopodal Bostonu, możecie zapoznać się z niezwykłymi postępami w technologii rozpoznawania mowy, na której bazuje Siri i tym podobne systemy; każdy użytkownik Siri doskonale zdaje sobie jednak sprawę, że póki co prowadzenie sensownej rozmowy z komputerem możliwe jest jedynie w filmach science fiction. W Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory (Laboratorium Informatyki i Sztucznej Inteligencji) MIT prowadzone są ciekawe badania nad wizualnym postrzeganiem obiektów przez komputery; maszyna potrafi już wprowadzić rozpoznawać zdjęcia dziewczynki z filiżanką, chłopca przy wodotrysku i kota chlepczącego śmietanę, ale nadal nie jest zdolna do

prostego myślenia abstrakcyjnego, dzięki któremu miałyby świadomość, że bohaterowie wszystkich trzech zdjęć wykonują tę samą czynność, to znaczy piją. Komputery w centrum dowodzenia nowojorskiej policji na Manhattanie skanują obraz z tysięcy kamer miejskiego monitoringu w ramach Domain Awareness System (Obszarowego Systemu Rozpoznawania), ale wciąż nie potrafiłyby rozpoznać w tłumie twarzy waszej matki.

Wszystkie te zadania, sprawiające komputerom tyle kłopotów, mają jedną wspólną cechę: z ich wykonaniem poradziłby sobie nawet czterolatek. Jak stwierdził Steven Pinker, kognitywista z Harvardu, „najważniejsza lekcja płynąca z trzydziestu pięciu lat badań nad sztuczną inteligencją jest taka, że trudne problemy są łatwe, a łatwe problemy są trudne”¹². Zdaniem futurologa Hansa Moraveca, paradoks ten wynika z faktu, że rozpoznawanie wizualnych oraz werbalnych wzorców wymaga olbrzymiej mocy obliczeniowej.

Paradoks Moraveca potwierdza poczynione pół wieku wcześniej spostrzeżenia von Neumanna, który wskazywał, że oparty na węglu ludzki mózg działa inaczej niż oparte na krzemie binarne układy logiczne komputera. „Aparatura mózgowa” (wetware) różni się zasadniczo od aparatury komputerowej (hardware). W mózgu zachodzą procesy zarówno analogowe, jak i cyfrowe. Poza tym mózg jest systemem rozproszonym (tak jak internet), natomiast komputer to system scentralizowany. Jednostka centralna komputera może co prawda wykonywać instrukcje znacznie szybciej, niż wynosi czas reakcji neuronu, ale zdaniem Stuarta Russella i Petera Norviga, autorów najpopularniejszego obecnie podręcznika z dziedziny sztucznej inteligencji, „mózg nadrabia to z nawiązką, ponieważ wszystkie jego neurony i synapsy pozostają aktywne jednocześnie, podczas gdy w większości współczesnych komputerów działa tylko jeden lub w najlepszym przypadku kilka procesorów”¹³.

Dlaczego zatem nie skonstruujemy komputera, który wiernie naśladowałby procesy zachodzące w ludzkim mózgu? „Ostatecznie

zdołamy poznać pełną sekwencję ludzkiego genomu i będziemy w stanie odtworzyć sposób, w jaki natura stworzyła inteligencję w systemie opartym na węglu – spekuluje Bill Gates. – Przypomina to analizowanie technologii zastosowanej w cudzym produkcie i wykorzystywanie zdobytej wiedzy do radzenia sobie z nowymi wyzwaniami”¹⁴. Z pewnością nie będzie to proste. Naukowcy potrzebowali aż czterdziestu lat na odtworzenie mapy połączeń neuronalnych jednomilimetrowej glisty, której układ nerwowy składa się z 302 neuronów i 8000 synapsⁱⁱ. Mózg człowieka zawiera 86 miliardów neuronów i do 150 bilionów synaps¹⁵.

Pod koniec 2013 roku w „New York Timesie” pojawiła się informacja o „osiągnięciu, które postawi na głowie cały cyfrowy świat”, a także „umożliwi powstanie nowej generacji sztucznej inteligencji, będącej w stanie wykonywać niektóre z czynności, z jakimi bez problemu radzą sobie ludzie: widzenie, mówienie, słyszenie, orientowanie się w przestrzeni, manipulowanie przedmiotami i ich kontrolowanie”. Frazy użyte w artykule przypominały te, którymi w 1958 roku w tej samej gazecie opisywano Perceptrona („będzie w stanie chodzić, mówić, widzieć, pisać, reprodukować się, a także posiadać świadomość własnej egzystencji”). Strategia miała polegać na naśladowaniu sposobu, w jaki działa sieć neuronowa ludzkiego mózgu. Jak wyjaśniał „Times”, „nowe podejście bazuje na biologicznym układzie nerwowym, a zwłaszcza na sposobie, w jaki neurony stymulują siebie nawzajem i nawiązują ze sobą łączność w celu interpretowania informacji”¹⁶. IBM i Qualcomm niezależnie od siebie ogłosiły plany zbudowania „neuromorficznych”, to znaczy przypominających mózg, procesorów komputerowych. Z kolei europejskie konsorcjum badawcze pod nazwą Human Brain Project (Projekt Ludzki Mózg) doniosło o skonstruowaniu neuromorficznego mikrochipu, zawierającego „50 milionów plastycznych synaps i 200 tysięcy realistycznych modeli neuronów na ośmiocalowej płytce krzemowej”¹⁷.

Być może te ostatnie doniesienia rzeczywiście oznaczają, że już za kilkadziesiąt lat pojawią się maszyny, które będą myśleć jak człowiek. „Nieustannie rewidujemy listę rzeczy, których nie potrafią robić maszyny,

takich jak gra w szachy, prowadzenie samochodu czy tłumaczenie z jednego języka na inny. Stopniowo skreślamy z niej kolejne pozycje, w miarę jak maszyny nabywają coraz to nowych zdolności – mówi Tim Berners-Lee. – Pewnego dnia dotrzemy do końca tej listy” ¹⁸.

Najnowsze postępy mogą nawet doprowadzić do osiągnięcia tak zwanego punktu osobliwości (singularity). Termin „singularity” został wprowadzony przez von Neumanna, a następnie spopularyzowany przez pisarza science fiction Vernora Vinge’a, a także futurologa Raya Kurzweila. Odnosi się on do momentu, w którym komputery staną się nie tylko inteligentniejsze od ludzi, ale także zdolne do samodzielnego projektowania superinteligentnych maszyn. Po osiągnięciu tego punktu ludzie przestaną być potrzebni maszynom. Vinge twierdzi, że nastąpi to jeszcze przed rokiem 2030¹⁹.

Z drugiej strony, ostatnie doniesienia mogą się okazać tym samym co sformułowane w podobnym tonie rewelacje z lat pięćdziesiątych – pogonią za nieuchwytnym mirażem. Możliwe, że na powstanie pełnoprawnej sztucznej inteligencji trzeba będzie poczekać jeszcze kilka pokoleń, a nawet kilka stuleci. Dyskusje na ten temat zostawmy futurologom. Co więcej, w zależności od tego, jaką definicję świadomości przyjmiemy, może się okazać, że stworzenie sztucznej inteligencji na zawsze pozostanie tylko niezrealizowanym marzeniem. Takie rozważania najlepiej pozostawić z kolei filozofom i teologom. Ograniczmy się do przytoczenia słów Leonarda da Vinci, twórcy wizerunku człowieka witruwiańskiego, który stał się uniwersalnym symbolem połączenia sztuki i nauki: „Ludzka pomysłowość nigdy nie wyda owoców piękniejszych, prostszych i bardziej użytecznych niż Natura”.

Istnieje jednak jeszcze jedna ewentualność – taka, która z pewnością przypadłaby do gustu Adzie Lovelace. Jest ona związana z istniejącym od pół wieku podejściem do rozwoju techniki komputerowej, które wyrasta z dorobku Vannevara Busha, J.C.R. Licklidera oraz Douga Engelbarta.

Symbioza człowieka z komputerem: „Panie Watson, proszę tu przyjść”

„Maszyna analityczna nie ma jakichkolwiek aspiracji twórczych – stwierdziła lady Lovelace. – Może robić to, co umiemy jej nakazać”. Ada uważała, że maszyny nie zastąpią ludzi, ale staną się ich partnerami. Wkładem człowieka w ten związek miała być jego twórcza inwencja oraz oryginalność.

Idea ta stała się inspiracją do tego, by zamiast dążyć do stworzenia czystej sztucznej inteligencji, skoncentrować wysiłki na budowaniu inteligencji rozszerzonej, będącej rezultatem partnerstwa człowieka i maszyny. Strategia polegająca na połączeniu możliwości człowieka i komputera, czyli na stworzeniu między nimi relacji symbiozy, okazała się bardziej efektywna niż próby konstruowania maszyn zdolnych do samodzielnego myślenia.

Fundamenty pod prace nad inteligencją rozszerzoną położył między innymi J.C.R. Licklider, który w swoim opublikowanym w 1960 roku artykule *Man-Computer Symbiosis* przewidywał, że „ludzkie umysły i komputery połączy bardzo silna więź, – pisał – a będące następstwem tego partnerstwo pozwoli myśleć tak, jak ludzki umysł dotąd nie myślał, i przetwarzać dane inaczej, niż robią to znane nam dziś maszyny do obróbki informacji”²⁰. Licklider odwoływał się do koncepcji komputera osobistego o nazwie memex, opisanego przez Vannevara Busha w wydany w 1945 roku esej *As We May Think*. Licklider czerpał z dorobku Vannevara między innymi podczas projektowania systemu obrony powietrznej SAGE, wymagającego ścisłej współpracy pomiędzy ludźmi i maszynami.

Podejście Busha-Licklida doczekało się realizacji za sprawą Engelbarta, który w roku 1968 zaprezentował sieciowy system komputerowy wyposażony w intuicyjny interfejs graficzny oraz myszkę. W swoim manifestie zatytułowanym *Augmenting Human Intellect* Engelbart powtórzył tezy Licklida. Pisał między innymi, że naszym celem powinno być stworzenie „zintegrowanej domeny, w której przeczucia, metoda prób

i błędów, rzeczy nieuchwytnie oraz ludzkie »wczucie się w sytuację« będą z pożytkiem współistniały z [...] dynamicznym elektronicznym wspomaganie». Richard Brautigan w swoim wierszu *Dozorowani z czułą troską* wyraził te marzenia w nieco bardziej liryczny sposób: „Lubię myśleć [...] / o cybernetycznych łąkach, / gdzie ssaki i komputery / żyją wspólnie w nieustannym / programowaniu harmonii”.

Taki kierunek obrały zespoły odpowiedzialne za budowę komputerów Deep Blue i Watson. Oznaczało to porzucenie drogi wytyczonej przez entuzjastów czystej sztucznej inteligencji. „Naszym celem nie było skopiowanie ludzkiego mózgu” – twierdzi John Kelly, dyrektor IBM Research. Powtarza też za Lickliderem: „Nie chodzi o to, żeby zastąpić ludzkie myślenie myśleniem maszyny. W epoce systemów kognitywnych ludzie i maszyny będą ze sobą współpracować, by razem osiągać lepsze rezultaty; obie strony wniosą do owej współpracy te zdolności, którymi górują nad sobą nawzajem” ²¹.

Wnioski wyciągnięte przez Kasparowa po przegranej z Deep Blue pozwoliły ujawnić potencjał drzemący w symbiozie człowieka z komputerem. Kasparow uzmysłowił sobie, że nawet w przypadku rządzącej się ścisłymi regułami gry w szachy widać wyraźnie, że „to, co jest mocną stroną komputerów, jest tym, w czym zawodzą ludzie i vice versa”. To z kolei podsunęło mu pomysł na pewien eksperyment: „Co by było, gdyby zamiast ze sobą rywalizować, człowiek i maszyna zagrali razem jako partnerzy?”. Kiedy Kasparow wraz z innym szachowym arcymistrzem przeprowadzili ten eksperyment, udało im się urzeczywistnić symbiozę, o której pisał Licklider. „Mogliśmy skoncentrować się na strategicznym planowaniu, zamiast trwonić czas na przeprowadzanie żmudnych kalkulacji – stwierdził Kasparow. – W takich warunkach ludzka kreatywność nabrała jeszcze większego znaczenia”.

W 2005 roku zorganizowany został turniej szachowy, w którym gracze mogli wystartować razem z wybranymi według własnego uznania komputerami. Wśród uczestników turnieju znalazło się wielu arcymistrzów

szachowych, a także wiele nowoczesnych komputerów – a mimo to zwycięzcą nie został ani najwybitniejszy arcymistrz, ani najmocniejszy komputer. Zwyciężyła najdoskonalsza symbioza. „Zespoły złożone z człowieka oraz maszyny dominowały nawet nad najmocniejszymi komputerami grającymi solo – zauważył Kasparow. – Kombinacja ludzkiego myślenia strategicznego oraz komputerowej precyzji taktycznej okazała się nie do pobicia”. Wyższość połączonych sił człowieka i maszyny musiały uznać nie tylko najnowocześniejsze komputery, ale także startujący samodzielnie arcymistrzowie. Co ciekawe, turnieju nie wygrał także żaden z zespołów złożonych z szachowego arcymistrza oraz komputera. Zwycięstwo przypadło parze amerykańskich szachistów amatorów, korzystających z trzech komputerów i potrafiących najskuteczniej ze wszystkich uczestników współpracować ze swoimi maszynami. Jak stwierdził Kasparow, „biegłość, z jaką posługiwali się swoimi komputerami i uczyli je głębokiej analizy szachowych pozycji, pozwoliła skutecznie zneutralizować zarówno przewagę arcymistrzów, wynikającą z ich lepszego zrozumienia gry, jak i przewagę najpotężniejszych komputerów, wynikającą z ich większej mocy obliczeniowej”²².

Innymi słowy, przyszłość może należeć do ludzi, którzy będą potrafili najlepiej i najskuteczniej współpracować z komputerami.

IBM doszedł do podobnych wniosków i uznał, że najlepszym sposobem na wykorzystanie Watsona – komputerowego uczestnika teleturnieju *Jeopardy!* – będzie zaangażowanie go do współpracy, a nie do rywalizacji z ludźmi. Jednym z takich projektów było wykorzystanie Watsona do współpracy z lekarzami przy opracowywaniu planów leczenia osób chorych na raka. „W *Jeopardy!* komputer stanął w szranki z człowiekiem – powiedział John Kelly z IBM-u. – W przypadku naszego projektu medycznego człowiek i maszyna wspólnie mierzą się z wyzwaniem i osiągają rezultaty wykraczające poza to, co każde z nich byłoby w stanie osiągnąć samodzielnie”²³. Do systemu komputerowego wprowadzono ponad dwa miliony stron tekstu z czasopism medycznych oraz 600 tysięcy opisanych przypadków klinicznych. Watson był też w stanie przeszukiwać

kartoteki medyczne półtora miliona pacjentów. Wystarczyło, że lekarz wprowadził do systemu informacje dotyczące objawów oraz inne kluczowe dane na temat pacjenta, a komputer przedstawiał listę rekomendowanych działań, uszeregowanych w zależności od stopnia, w jakim uznał je za adekwatne w konkretnym przypadku²⁴.

Zespół IBM-u szybko zdał sobie sprawę, że ich system stanie się naprawdę użyteczny, pod warunkiem że Watson będzie współdziałał z lekarzami w taki sposób, by współpraca z maszyną wydawała im się przyjemnym doświadczeniem. David McQueeney, wiceprezes do spraw oprogramowania w IBM Research, wspominał, jak jego ludzie zaprogramowali maszynę tak, żeby sprawiała wrażenie nieco bardziej skromnej: „W początkowej fazie projektu mieliśmy do czynienia z nieufnie nastawionymi lekarzami, którzy swoją niechęć do współpracy z Watsonem uzasadniali argumentami w rodzaju: »Jestem dyplomowanym lekarzem i żaden komputer nie będzie mi mówił, co mam robić«. Przeprogramowaliśmy więc nasz system tak, by w interakcjach z lekarzami sprawiał wrażenie skromniejszego i przedstawiał swoje rekomendacje w następujący sposób: »Tak wygląda procentowe prawdopodobieństwo, że moja propozycja okaże się przydatna, a oto przemawiające za nią dowody, z którymi możesz się zapoznać«”. Zachwyceni lekarze stwierdzili, że przypomina to konwersację z uczonym kolegą po fachu. „Naszym celem jest połączenie typowo ludzkich zdolności, takich jak nasza intuicja, z mocnymi stronami maszyny, takimi jak nieskończone zasoby informacji – wyjaśnił McQueeney. – Taka kombinacja przynosi cudowne rezultaty, ponieważ każda ze stron wnosi do współpracy coś, czego brakuje partnerowi”²⁵.

Był to jeden z tych aspektów Watsona, które zrobiły szczególne wrażenie na Ginni Rometty, która w przeszłości jako inżynier zajmowała się badaniami nad sztuczną inteligencją, a na początku 2012 roku objęła stanowisko dyrektora generalnego IBM-u. „Obserwowałam, jak Watson współpracuje z lekarzami – wspominała. – Było to najlepsze świadectwo tego, że maszyna może być dla człowieka partnerem, nie próbując go

zastąpić. Jestem o tym głęboko przeświadczona”²⁶. Rometty była do tego stopnia zachwycona tym, co zobaczyła, że podjęła decyzję o uruchomieniu w IBM-ie nowego działu, który miał bazować na doświadczeniach zebranych podczas prac nad komputerem Watson. Firma zainwestowała w nowy projekt miliard dolarów; nowy dział otrzymał siedzibę w okolicy zwanej potocznie Aleją Krzemową w pobliżu Greenwich Village na Manhattanie. Misją działu miało być opracowywanie komercyjnych zastosowań dla cognitive computing (inteligentnego przetwarzania danych), czyli systemów komputerowych, które mogą przenieść przetwarzanie informacji na nowy, wyższy poziom – wszystko dzięki ich zdolności do samouczenia się, jak uzupełniać myślenie ludzkiego mózgu. Zamiast nadawać nowemu działowi techniczną nazwę, Rometty nazwała go po prostu Watson – na cześć Thomasa Watsona seniora, założyciela IBM-u, który kierował firmą przez ponad czterdzieści lat. Taka nazwa stanowiła zarazem nawiązanie do wiernego towarzysza Sherlocka Holmesa, doktora Johna Watsona („To elementarne, mój drogi Watsonie”), oraz do asystenta Alexandra Grahama Bella, czyli Thomasa Watsona („Panie Watson, proszę tu przyjść. Potrzebuję pana”). Taka nazwa dawała do zrozumienia, że w komputerze Watson powinniśmy widzieć współpracownika i partnera, a nie zagrożenie, jakim był HAL z *Odysei kosmicznej*.

Watson był zwiastunem trzeciej fali komputerów, której nadejście zatarało granicę pomiędzy sztuczną inteligencją a poszerzoną inteligencją ludzką. „Pierwszą generację stanowiły maszyny, które liczyły i wspomagały obliczenia – stwierdziła Rometty, nawiązując do korzeni firmy IBM, czyli do wykorzystujących perforowane karty maszyn licząco-analitycznych Hermana Holleritha, które posłużyły do opracowania danych zebranych podczas spisu powszechnego w roku 1890. – Druga generacja obejmowała programowalne maszyny zbudowane w oparciu o architekturę opracowaną przez von Neumanna. Trzeba było im powiedzieć, co mają robić”. Od czasów Ady Lovelace ludzie pisali algorytmy, które instruowały tamte komputery, w jaki sposób, krok po kroku, mają wykonywać stawiane im

zadania. „Z uwagi na gwałtowny wzrost ilości danych – dodała Rometty – nie mieliśmy wyjścia i musieliśmy stworzyć trzecią generację komputerów. Należą do niej systemy, których nie trzeba już programować, bo potrafią się uczyć same”²⁷.

To, o czym mówi Rometty, faktycznie ma już miejsce, niemniej jednak proces rozwoju komputerów może w dalszym ciągu odbywać się na zasadzie partnerstwa i symbiozy z człowiekiem i wcale nie musi prowadzić do wypchnięcia ludzi na śmietnik historii. Larry Norton, onkolog specjalizujący się w leczeniu raka piersi zatrudniony w nowojorskim Memorial Sloan-Kettering Cancer Center (Ośrodku Onkologicznym Sloan-Kettering), był członkiem zespołu współpracującego z Watsonem. „Inżynierię komputerową czeka gwałtowny rozwój, a medycyna będzie się rozwijać wraz z nią – przewiduje. – Ten proces ma charakter koewolucyjny. Będziemy sobie wzajemnie pomagać”²⁸.

Takie przekonanie to wyraz wiary w to, że maszyny i ludzie razem będą stawać się coraz inteligentniejsi w ramach procesu, który Doug Engelbart określał mianem bootstrappinguⁱⁱⁱ lub koewolucji²⁹. Rysuje się tutaj ciekawe zagadnienie: być może bez względu na tempo rozwoju komputerów sztuczna inteligencja nigdy nie zdoła przewyższyć potencjału intelektualnego, jaki zapewnia współpraca człowieka i maszyny.

Założmy na przykład, że pewnego dnia maszyny zaczną przejawiać zdolności umysłowe właściwe człowiekowi: obcując z nimi, będziemy odnosić nieodparte wrażenie, że są zdolne do rozpoznawania wzorców, rozumienia emocji, doceniania piękna, projektowania dzieł sztuki, posiadania pragnień, tworzenia wartości moralnych i dążenia do własnych celów. Taka maszyna mogłaby zdać test Turinga. Mogłaby nawet przejść pomyślnie sprawdzian, który możemy nazwać testem Ady – aby go zaliczyć, maszyna musiałaby wywołać w nas wrażenie, że jest w stanie „generować” swoje własne myśli, wykraczające poza to, do czego została zaprogramowana przez człowieka.

Zanim jednak moglibyśmy ogłosić, że sztuczna inteligencja zatriumfowała nad inteligencją poszerzoną, musielibyśmy sprawdzić

jeszcze jedną rzecz. Możemy nazwać to testem Licklidera. Przeprowadzając taki test, nie wystarczyłoby zadać pytania o to, czy maszyna jest w stanie skopiować wszystkie części składowe ludzkiej inteligencji. Trzeba by jeszcze zapytać, czy taka maszyna potrafi wykonywać te wszystkie zadania lepiej w sytuacji, gdy działa zupełnie samodzielnie, niż wtedy, gdy działa wspólnie z człowiekiem. Inaczej mówiąc, czy jest możliwe, że ludzie i maszyny połączeni partnerską współpracą będą zawsze lepsi niż maszyny wyposażone w sztuczną inteligencję i działające na własną rękę?

Jeśli odpowiedź na to pytanie będzie twierdząca, to „symbioza człowieka i maszyny”, jak określił to Licklider, pozostanie zwycięska. Stworzenie sztucznej inteligencji nie musi być wcale Świętym Graalem inżynierii komputerowej. Zamiast tego jej nadrzędnym celem mogłoby być poszukiwanie sposobu na optymalizację współpracy pomiędzy człowiekiem i maszyną – opracowanie takiego modelu partnerstwa, w ramach którego pozwolilibyśmy maszynom robić to, z czym radzą sobie najlepiej, a one pozwoliłoby nam na to samo.

Nauka z podróży

W historii innowacji, które stworzyły epokę cyfrową, splata się, tak jak we wszystkich historycznych narracjach, wiele różnych wątków. Spróbujmy sobie zatem odpowiedzieć na pytanie, jakie wnioski – poza tym właśnie przez nas omówionym, mówiącym o potędze symbiozy człowieka i maszyny – płyną z tej opowieści?

Pierwszy i najważniejszy wniosek jest taki, że kreatywność opiera się na współpracy. Innowacje znacznie częściej bywały dziełem grupy ludzi niż rezultatem nagłego olśnienia samotnego geniusza. Taka prawidłowość zachodziła we wszystkich okresach twórczego fermentu: zarówno w czasach rewolucji naukowej, jak i w epoce oświecenia czy też w dobie rewolucji przemysłowej. W każdym z tych okresów istniały specyficzne dla niego sposoby współpracy oraz kanały wymiany myśli i idei. Ale

najwyraźniej było to widoczne w epoce cyfrowej. Wśród twórców internetu i komputera nie brakowało jednostek wybitnych, ale prawda jest taka, że większość z ich osiągnięć możliwa była dzięki pracy zespołowej. Najwybitniejsi z tego grona, jak chociażby Robert Noyce, przypominali bardziej kongregacjonalistycznych pastorów niż samotnych proroków; bliżej im było do członków chóru madrygalistów niż do występujących w pojedynkę solistów.

Przykładowo pomysłodawcami Twittera była grupka ludzi, którzy potrafili ze sobą współpracować, ale zarazem mieli dość swarliwe usposobienia. Kiedy jeden ze współtwórców serwisu, Jack Dorsey, zaczął przypisywać sobie w rozmowach z dziennikarzami większość zasług, drugi współtwórca, Evan Williams – przedsiębiorca z licznymi sukcesami na koncie, który wcześniej stworzył między innymi Bloggera – poradził swojemu koledze, żeby „dał sobie na wstrzymanie” (tak przynajmniej opisywał to Nick Bilton, dziennikarz „New York Timesa”). „Ale przecież to ja wymyśliłem Twittera” – obruszył się Dorsey.

„Nie, wcale go nie wymyśliłeś – odparł Williams. – Ja zresztą również go nie wymyśliłem. Nie zrobił tego także Biz^{iv}. Ludzie nie wymyślają w internecie niczego nowego, a jedynie rozwijają idee, które istniały już wcześniej”³⁰.

W tym ostatnim stwierdzeniu zawarta jest kolejna ważna lekcja: epoka cyfrowa może wydawać się rewolucyjna, ale w rzeczywistości opierała się na ideach odziedziczonych po wcześniejszych pokoleniach. Linie współpracy przebiegają nie tylko między jednostkami żyjącymi w tym samym czasie, ale także pomiędzy pokoleniami. Najwybitniejsi innowatorzy rozumieli trajektorię zmian technologicznych i przejmowali pałeczkę po poprzednikach. Steve Jobs bazował na dokonaniach Alana Kaya, który opierał się na dorobku Douga Engelbarta, który z kolei bazował na fundamentach położonych przez J.C.R. Licklida oraz Vannevara Busha. Kiedy Howard Aiken projektował na Harvardzie swój cyfrowy komputer, zainspirował się odnalezionym elementem maszyny różnicowej Charlesa Babbage’a, a członkom swojego zespołu polecił czytać *Uwagi*

Ady Lovelace.

Najbardziej wydajne okazywały się zwykle te zespoły, które skupiały ludzi z możliwie szerokim wachlarzem specjalności. Klasycznym przykładem jest tutaj Bell Labs. Wędrując długimi korytarzami siedziby laboratorium na przedmieściach New Jersey, można było spotkać fizyków teoretycznych i eksperymentalnych, materiałoznawców oraz najróżniejszych innych inżynierów; do tego kilku biznesmenów, a nawet speców od wspinaczki na słupy telefoniczne, z paznokciami brudnymi od smaru. Walter Brattain, fizyk eksperymentalny, dzielił pracownię z Johnem Bardeenem, fizykiem teoretycznym – niczym librecista i kompozytor siedzący na jednym stołku fortepianowym – dzięki temu mogli całymi dniami przerzucać się pytaniami i odpowiedziami i wspólnie głowić się nad tym, jak skonstruować coś, co miało stać się pierwszym tranzystorem.

Powstanie internetu umożliwiło wprowadzić współpracę na odległość, ale kolejną lekcją płynącą z historii innowacji w epoce cyfrowej jest to, że zarówno współcześnie, jak i w przeszłości fizyczny kontakt między współpracownikami zawsze wychodził współpracy na dobre. Jak pokazuje przykład Bell Labs, w spotkaniach twarzą w twarz jest coś wyjątkowego, czego nie da się odtworzyć w kontaktach wirtualnych. Założyciele Intelu zaprojektowali otwartą, stymulującą pracę zespołową przestrzeń biurową, w której wszyscy pracownicy, od Noyce'a poczynając, pozostawali ze sobą w bliskim kontakcie. Taki model upowszechnił się następnie w całej Dolinie Krzemowej. Prognozy mówiące o tym, że wraz z rosnącą dostępnością cyfrowych narzędzi wszyscy zaczną pracować zdalnie, siedząc w domach przy własnych biurkach, nigdy się nie ziściły. Jedną z pierwszych decyzji podjętych przez Marisę Mayer po objęciu przez nią stanowiska dyrektora generalnego Yahoo! było odejście od praktyki wykonywania pracy w domu; jak słusznie zauważyła, „ludzie są bardziej skłonni do współpracy i bardziej twórczy, gdy przebywają razem”. Kiedy Steve Jobs projektował nową siedzibę Pixara, ogarnęła go prawdziwa obsesja na punkcie kształtu atrium; zajmowało go nawet rozmieszczenie toalet w budynku – wszystko to miało sprzyjać przypadkowym spotkaniom

pracowników. Jednym z jego ostatnich dokonań był projekt nowej, pokazowej siedziby Apple'a: idealnie okrągłego budynku z kolistymi przestrzeniami typu open workspace, rozmieszczonymi wokół centralnego dziedzińca.

Na przestrzeni dziejów najlepsze efekty przynosiło przywództwo skupione w rękach grupy ludzi, których zdolności wzajemnie się uzupełniały. Tak było w przypadku narodzin Stanów Zjednoczonych. W gronie ówczesnych amerykańskich przywódców znajdziemy prawdziwy symbol prawości, czyli Jerzego Waszyngtona; błyskotliwych myślicieli w osobach Thomasa Jeffersona i Jamesa Madisona; pełnych pasji wizjonerów, takich jak Samuel i John Adamsowie, a także mądrego rozjemcę, Benjamina Franklina. Podobnie było z twórcami ARPANET-u, wśród których znalazł się wizjoner J.C.R. Licklider, zdecydowany i rzeczowy inżynier Larry Roberts, zręczny polityk i świetny motywator Bob Taylor, a także dwaj tytani pracy, czyli Steve Crocker i Vint Cerf.

Kolejnym kluczem do sformowania idealnego zespołu jest włączenie do niego zarówno wizjonerów, tworzących nowatorskie pomysły, jak i operatywnych menedżerów, potrafiących te pomysły zrealizować. Niezrealizowane pomysły to tylko halucynacje³¹. Zarówno Robert Noyce, jak i Gordon Moore byli wizjonerami – i właśnie dlatego tak ważne okazało się to, że pierwszą zatrudnioną przez nich w Intelu osobą był Andy Grove. W odróżnieniu od Noyce'a i Morre'a wiedział on, jak wdrożyć efektywne procedury zarządzania, jak zmusić ludzi do wysiłku i jak dopilnować, by wszystko zostało zrobione.

Wizjonerzy, którym zabrakło odpowiedniego zespołu, często kończą na marginesie historii. Obecnie wciąż trwa debata na temat tego, kto zasługuje na miano wynalazcy komputera elektronicznego: John Atanasoff, profesor Uniwersytetu Stanowego Iowa, który pracował niemalże w pojedynkę, czy może raczej zespół z Uniwersytetu Pensylwanii pod kierownictwem Johna Mauchly'ego i Prespera Eckerta. W niniejszej książce przyznaję palmę pierwszeństwa członkom zespołu Mauchly'ego i Eckerta. Po części dlatego, że ich maszyna, nazwana ENIAC-iem, działała i znajdowała praktyczne

zastosowania. Udało się to osiągnąć dzięki pomocy dziesiątków inżynierów i mechaników, a także kobiet zajmujących się programowaniem ENIAC-a. Z kolei maszyna Atanasoffa nigdy nie osiągnęła pełnej funkcjonalności, co było konsekwencją braku zespołu, który mógłby pomóc Atanasoffowi w rozwiązaniu jego problemów z obsługą urządzenia do wytwarzania kart perforowanych. Po pewnym czasie komputer Atanasoffa wyłądował w piwnicy, a kiedy nikt już nie potrafił sobie przypomnieć, co to właściwie za maszyna, wyrzucono go na śmietnik.

Projektowanie ARPANET-u oraz internetu również opierało się na pracy zespołowej. W ramach procesu decyzyjnego co jakiś czas wysyłano do członków zespołu listę proponowanych działań, którą z inicjatywy pewnego wyjątkowo taktownego doktoranta nazwano „Prośbą o komentarze”. Rezultatem prac był projekt pakietowej sieci pozbawionej centralnego ośrodka zarządzającego – dzięki temu wszystkie węzły sieci były równorzędne i równouprawnione; każdy z nich umożliwiał swobodne tworzenie treści oraz przekazywanie ich dalej, a także obchodzenie ewentualnych środków kontroli przepływu treści. Tym samym współpraca członków zespołu doprowadziła do powstania systemu ułatwiającego i wspierającego współpracę. Kultura współdziałania, jaką mieli we krwi twórcy internetu, odcisnęła na nim niezatarte piętno.

Najbardziej rewolucyjnym aspektem internetu było to, że nie tylko ułatwiał on współpracę w obrębie zespołów, ale także umożliwiał współdziałanie rzeszy obcych sobie ludzi. Wprawdzie rozmaite sieci współpracy istniały już od czasu wynalezienia przez Persów i Asyryjczyków systemu pocztowego, jednak dopiero pojawienie się internetu w istotny sposób ułatwiło pozyskiwanie i opracowywanie wkładu wnoszonego przez tysiące, a nawet miliony anonimowych współpracowników. Utorowało to drogę do powstania wielu innowacyjnych systemów bazujących na zbiorowej mądrości tłumu, między innymi wyszukiwarki Google, Wikipedii, przeglądarki Firefox czy też oprogramowania GNU/Linux.

W epoce cyfrowej istniały trzy modele tworzenia zespołów ukierunkowanych na współpracę. Pierwszy polegał na finansowaniu i koordynowaniu działalności takich zespołów przez organy rządowe. W ten sposób zorganizowane zostały grupy twórców pierwszych komputerów (Colossus i ENIAC), a także sieci komputerowych (ARPANET). Model ten stanowił odzwierciedlenie przekonania – silnego zwłaszcza w latach pięćdziesiątych, w okresie rządów prezydenta Eisenhowera – że państwo powinno angażować się w przedsięwzięcia przyczyniające się do dobra wspólnego, czyli na przykład w prowadzenie programu kosmicznego czy w budowę systemu autostrad międzystanowych. Rząd często podejmował tego rodzaju działania we współpracy z uczelniami oraz kontrahentami z sektora prywatnego, w ramach trójkąta państwo-nauka-przemysł, promowanego między innymi przez Vannevara Busha. Utalentowani urzędnicy administracji federalnej (to niekoniecznie musi być oksymoron), tacy jak Licklider, Taylor czy Roberts, nadzorowali programy badawcze i przydzielali zespołom środki publiczne.

Kolejny model bazował na prywatnej przedsiębiorczości. Zespoły mające pracować nad innowacyjnymi rozwiązaniami powstawały zarówno w ośrodkach badawczych wielkich korporacji, między innymi w Bell Labs oraz w Xerox PARC, jak i w nowych, dynamicznie rozwijających się firmach, takich jak Texas Instruments, Intel, Atari, Google, Microsoft czy Apple. Głównym motorem był tutaj zysk finansowy, stanowiący nie tylko nagrodę dla członków zespołu, ale także sposób na przyciągnięcie inwestorów. Model ten wiązał się z własnościowym podejściem do innowacji: rezultaty współpracy chronione były patentami oraz przepisami dotyczącymi własności intelektualnej. Teoretycy epoki cyfrowej oraz hakerzy często pogardzali taką postawą, ale faktem jest, że w ramach modelu opartego na prywatnej przedsiębiorczości, w którym inwencja była wynagradzana finansowo, powstało wiele zapierających dech osiągnięć w dziedzinie tranzystorów, chipów, komputerów i urządzeń peryferyjnych, a także telefonów oraz usług internetowych.

Poza zespołami tworzonymi pod auspicjami państwa oraz prywatnej

przedsiębiorczości w epoce cyfrowej istniała jeszcze jedna forma twórczej współpracy: zespoły złożone z równorzędnych partnerów, dzielących się pomysłami i wnoszących dobrowolny wkład w realizowane wspólnie przedsięwzięcia. Yochai Benkler, naukowiec z Harvardu, określił ten rodzaj współpracy mianem „partnerskiej produkcji w oparciu o dobro wspólne”³², a wśród osiągnięć wypracowanych tą metodą są między innymi takie, które przyczyniły się do powstania internetu oraz rozmaitych usług internetowych. Rozwój internetu umożliwił praktykowanie tej formy współpracy na jeszcze większą skalę, co zaowocowało między innymi stworzeniem Wikipedii oraz systemu World Wide Web, a także wolnego i otwartego oprogramowania, takiego jak Linux, GNU, pakiet OpenOffice czy przeglądarka Firefox. Jak zauważył Steven Johnson, dziennikarz zajmujący się nowoczesnymi technologiami, „dzięki otwartej architekturze takich systemów znacznie łatwiej jest tworzyć nowe rozwiązania na bazie istniejących już idei, tak jak zrobił to Berners-Lee, który zbudował system WWW na bazie internetu”³³. Dla członków zespołów hołdujących zasadzie partnerskiej produkcji w oparciu o dobro wspólne motywacją do działania nie była perspektywa korzyści finansowych, tylko chęć osiągnięcia innych form gratyfikacji i satysfakcji.

Wartości, jakimi kierują się zwolennicy swobodnego dzielenia się efektami partnerskiej współpracy, często stoją w sprzeczności z wartościami przyświecającymi prywatnej przedsiębiorczości; różnice dotyczą zwłaszcza poglądów na to, do jakiego stopnia innowacje powinny podlegać ochronie patentowej. Wartości grup odwołujących się do dobra wspólnego zakorzenione są zwykle w etyce hakerskiej, której normy kształtowały się w środowisku klubów Tech Model Railroad oraz Homebrew. Warto przywołać tu przykład Steve’a Wozniaka, który na spotkaniach Homebrew Computer Club chwalił się zbudowanym samodzielnie komputerem i chętnie rozdawał schematy, żeby umożliwić wszystkim chętnym korzystanie z efektów swojej pracy, a także dalsze ich ulepszanie. W końcu jednak kumpel z sąsiedztwa, Steve Jobs, przekonał go, że powinien zaprzestać dzielenia się swoim projektem i zamiast tego

sprzedawać gotowe komputery. W ten sposób narodziła się firma Apple, która przez kolejnych czterdzieści lat przodowała w agresywnej polityce patentowej i w czerpaniu finansowych korzyści ze swoich innowacyjnych rozwiązań. Postawy obu Steve'ów okazały się równie pożyteczne dla rozwoju innowacji w epoce cyfrowej. Innowacyjność rozwija się bowiem najdynamiczniej właśnie tam, gdzie systemy otwarte mogą konkurować z systemami obwarowanymi prawem autorskim.

Są tacy, którzy kierując się ideologicznymi pobudkami, stawiają jeden z trzech modeli produkcji ponad pozostałymi. Niektórzy chcą zwiększenia roli państwa, inni wynoszą pod niebiosa prywatną przedsiębiorczość, a jeszcze inni idealizują rozwiązania oparte na dzieleniu się i ekonomii współpracy. Podczas kampanii wyborczej w 2012 roku Barack Obama wywołał spore kontrowersje swoją wypowiedzią skierowaną do właścicieli firm. „Nie zbudowaliście ich sami” – oświadczył. Krytycy prezydenta uznali te słowa za próbę zdeprecjonowania roli prywatnych przedsiębiorców. Obamie chodziło jednak o to, że każdy biznes korzysta w pewnym stopniu ze wsparcia państwa oraz sieci partnerskiej współpracy: „Jeśli odnieśliście sukces, to stało się tak dlatego, że na drodze do niego ktoś wam pomógł. Spotkaliście w swoim życiu wspaniałego nauczyciela. Ktoś przyłożył rękę do zbudowania niesamowitego amerykańskiego systemu, w którym wasz biznes mógł rozkwitnąć. Ktoś zainwestował w budowę dróg i mostów”. Wypowiedź ta nie była może najlepszym sposobem na odparcie wysuwanych pod adresem Obamy wydumanych zarzutów, że jest on tak naprawdę kryptosocjalistą, ale stanowiła ważny głos w dyskusji na temat współczesnej gospodarki, odnoszący się także do kwestii innowacji w epoce cyfrowej. Płynący z niej wniosek był następujący: współistnienie wszystkich trzech modeli organizacji produkcji (państwowego, wolnorynkowego i partnerskiego) przynosi lepsze efekty niż przyznanie uprzywilejowanej pozycji jednemu z nich.

Takie podejście nie jest niczym nowym. Charles Babbage większość funduszy na swoje projekty otrzymał od brytyjskiego rządu, który hojną ręką finansował badania mogące wzmocnić gospodarkę oraz pozycję

brytyjskiego imperium. Zarazem Babbage zapożyczał niektóre pomysły z sektora prywatnego – chodzi tu przede wszystkim o karty perforowane, wprowadzone do użytku przez firmy tekstylne, które wykorzystywały je do sterowania zautomatyzowanymi krosnami. Babbage wraz z grupą przyjaciół ufundował również kilka klubów mających służyć partnerskiej wymianie myśli, w tym British Association for the Advancement of Science (Brytyjskie Stowarzyszenie na rzecz Postępu Naukowego); wprawdzie postrzeganie członków tej szacownej instytucji jako osobliwie poubieranych prekursorów Homebrew Computer Club może się wydawać pewnym nadużyciem, niemniej jednak faktem jest, że obie te grupy stawiały sobie za cel wspieranie współpracy oraz dzielenie się pomysłami dla wspólnego dobra.

W epoce cyfrowej największe sukcesy odnosiły te przedsięwzięcia, których liderzy stawiali na współdziałanie, a zarazem mieli jasną i klarowną wizję rozwoju. Zbyt często postrzega się te dwie cechy jako wzajemnie się wykluczające: panuje mylne przekonanie, że lider może być albo osobą otwartą na współpracę, albo żarliwym wizjonerem. Tymczasem najlepsi liderzy łączyli z powodzeniem oba te przymioty. Dobrym przykładem będzie tutaj Robert Noyce, który razem z Gordonem Moore’em kierował Intelem, opierając się na jasnej wizji tego, dokąd zmierza technologia półprzewodników; zarazem obaj nie mieli w sobie nic z despotów, a ich styl zarządzania był kolegialny aż do przesady. Nawet Steve Jobs i Bill Gates pomimo swoich niezbyt przyjemnych dla otoczenia temperamentów potrafili budować wokół siebie sprawne zespoły lojalnych współpracowników.

Wybitne jednostki pozbawione umiejętności współpracy z ludźmi najczęściej ponosiły porażkę. To dlatego rozpadła się firma Shockley Semiconductor. Sukcesów nie odnosiły również grupy pozbawione przewodnictwa pełnego pasji, upartego wizjonera. Bell Labs zeszło na manowce wkrótce po wynalezieniu tranzystora. To samo stało się z Apple’em po usunięciu z firmy Jobsa w roku 1985.

Większość przedstawionych na kartach tej książki innowatorów i przedsiębiorców łączyła jedna wspólna cecha: były to osoby skupione na produkcji. Przykładali wagę do wszelkich spraw związanych z inżynierią oraz wzornictwem, a także doskonale rozumieli te zagadnienia. Nie byli specami od marketingu, sprzedawcami ani księgowymi – gdy tacy ludzie przejmują stery w firmie, zazwyczaj dzieje się to ze szkodą dla jej innowacyjności. „Kiedy firmą kierują sprzedawcy, ludzie odpowiedzialni za produkt przestają się liczyć i wielu z nich po prostu się wyłącza” – stwierdził Jobs. Larry Page był tego samego zdania: „Najlepiej w roli liderów sprawdzają się osoby, które dogłębnie rozumieją sprawy inżynieryjne oraz zasady, jakimi rządzi się wzornictwo produktu”³⁴.

Kolejna lekcja płynąca z historii epoki cyfrowej jest równie stara co maksyma Arystotelesa: „Człowiek to istota społeczna”. Jak inaczej moglibyśmy wytłumaczyć fenomen popularności radiostacji CB i krótkofalarstwa, a także ich sukcesorów w rodzaju WhatsApp czy Twittera? Niemal każde narzędzie cyfrowe, niezależnie od tego, w jakim celu je zaprojektowano, zostało zaprzęgnięte przez ludzi do pełnienia funkcji społecznych – tworzenia społeczności, ułatwiania komunikacji lub współpracy przy rozmaitych projektach, a także podtrzymywania kontaktów towarzyskich. Nawet stworzenie komputera osobistego, pomyślanego pierwotnie jako narzędzie mające wzmacniać kreatywny potencjał jednostki, w nieunikniony sposób doprowadziło do powstania modemów, usług internetowych, a w końcu Facebooka, Flickr’a i Foursquare’a.

Maszyny, w odróżnieniu od ludzi, nie są istotami społecznymi. Nie zakładają kont na Facebooku ani nie czerpią przyjemności z przebywania w towarzystwie. Kiedy Alan Turing stwierdził, że pewnego dnia maszyny zaczną zachowywać się jak ludzie, jego krytycy zaoponowali, że maszyna nigdy nie będzie w stanie okazywać nikomu sympatii ani pragnąć nawiązania bliskich relacji z kimkolwiek. Moglibyśmy spróbować zadowolić Turinga, programując maszynę w taki sposób, by udawała sympatię albo pragnienie bliskości, tak jak robią to czasem ludzie. Rzecz

w tym, że kto jak kto, ale Turing na pewno przejrzałby taki podstęp.

Zgodnie z drugą częścią maksymy Arystotelesa, społeczna natura komputera oznacza, że jest on „albo bestią, albo bogiem”. Tak naprawdę nie jest jednak ani jednym, ani drugim. Pomimo deklaracji wygłaszanych przez ekspertów z zakresu sztucznej inteligencji oraz socjologów internetu cyfrowe narzędzia nie mają własnej osobowości, intencji ani pragnień. Są tym, czym je uczynimy.

Ciągle aktualna lekcja Ady: poetycka nauka

Tak oto dochodzimy do finalnego wniosku, który prowadzi nas z powrotem do Ady Lovelace. Zdaniem Ady, najważniejszym wkładem, jaki wnosimy do naszej symbiozy z maszynami, jest ludzka zdolność twórczego myślenia. Potwierdzeniem tej tezy jest cała historia epoki cyfrowej – od Busha przez Licklidera i Engelbarta aż do Jobsa; od systemu SAGE przez Google’a i Wikipedię aż po superkomputer Watson. Myśl Ady będzie aktualna tak długo, jak długo pozostaniemy gatunkiem kreatywnym. „Domeną maszyn będzie podejście racjonalne i myślenie analityczne – twierdzi John Kelly, dyrektor do spraw badań w IBM-ie. – Człowiek natomiast wnosić będzie do relacji z maszynami swoją umiejętność oceny sytuacji, intuicję, empatię, wzorce moralne oraz ludzką kreatywność”³⁵.

To, że możemy odgrywać istotną rolę w epoce inteligentnego przetwarzania danych, zawdzięczamy naszej typowo ludzkiej umiejętności myślenia w sposób niesablonowy – taka zdolność niejako z definicji pozostaje poza zasięgiem jakiegokolwiek algorytmu. Posiadamy wyobraźnię, która – jak stwierdziła Ada – ma zdolność „łączenia rzeczy, faktów, pomysłów i koncepcji w nieskończoną liczbę nowych, oryginalnych, ciągle zmieniających się kombinacji”. Dostrzegamy wzorce i potrafimy doceniać ich piękno. Splatamy informacje w narracje. Jesteśmy istotami nie tylko społecznymi, ale także narracyjnymi.

Na ludzkie myślenie twórcze składają się wartości, intencje, sądy estetyczne, emocje, poczucie własnej jaźni, a także zmysł moralny. Tego

wszystkiego uczy nas sztuka oraz humanistyka – i z tego względu obie te dziedziny są równie ważną częścią naszej edukacji, co nauki przyrodnicze, technologia, inżynieria i matematyka. Jeśli mamy w dalszym ciągu utrzymać naszą symbiozę z komputerami, jeśli chcemy pozostać kreatywnymi partnerami maszyn, to musimy nieustannie pielęgnować źródła naszej wyobraźni, oryginalności i człowieczeństwa. To one stanowią bowiem fundamenty naszego wkładu w relacje z maszynami.

Na zakończenie prezentacji nowych produktów Apple’a Steve Jobs wyświetlał na ekranie slajd przedstawiający skrzyżowanie ulicy Sztuk Wyzwolonych z ulicą Technologiczną. Po raz ostatni stanął przed tą planszą podczas premiery iPada 2. Wygłosił wówczas następujące zdanie: „W DNA Apple’a wpisane jest przekonanie, że sama technologia to zbyt mało – dopiero połączenie technologii i humanistyki daje rezultaty, które sprawiają, że raduje się nasza dusza”. Dzięki takiemu podejściu Jobs stał się najbardziej kreatywnym ze wszystkich technologicznych innowatorów naszych czasów.

Nie tylko humanistyka zasługuje na podobne peany. Miłośnicy sztuki i nauk humanistycznych powinni postarać się docenić piękno matematyki i fizyki, tak jak doceniała je Ada Lovelace. W przeciwnym razie skazą się na rolę biernych obserwatorów tego, co będzie się działo na skrzyżowaniu sztuki i nauki, czyli w najważniejszej przestrzeni twórczej epoki cyfrowej. Krótko mówiąc, oddadzą kontrolę nad tą przestrzenią w ręce inżynierów.

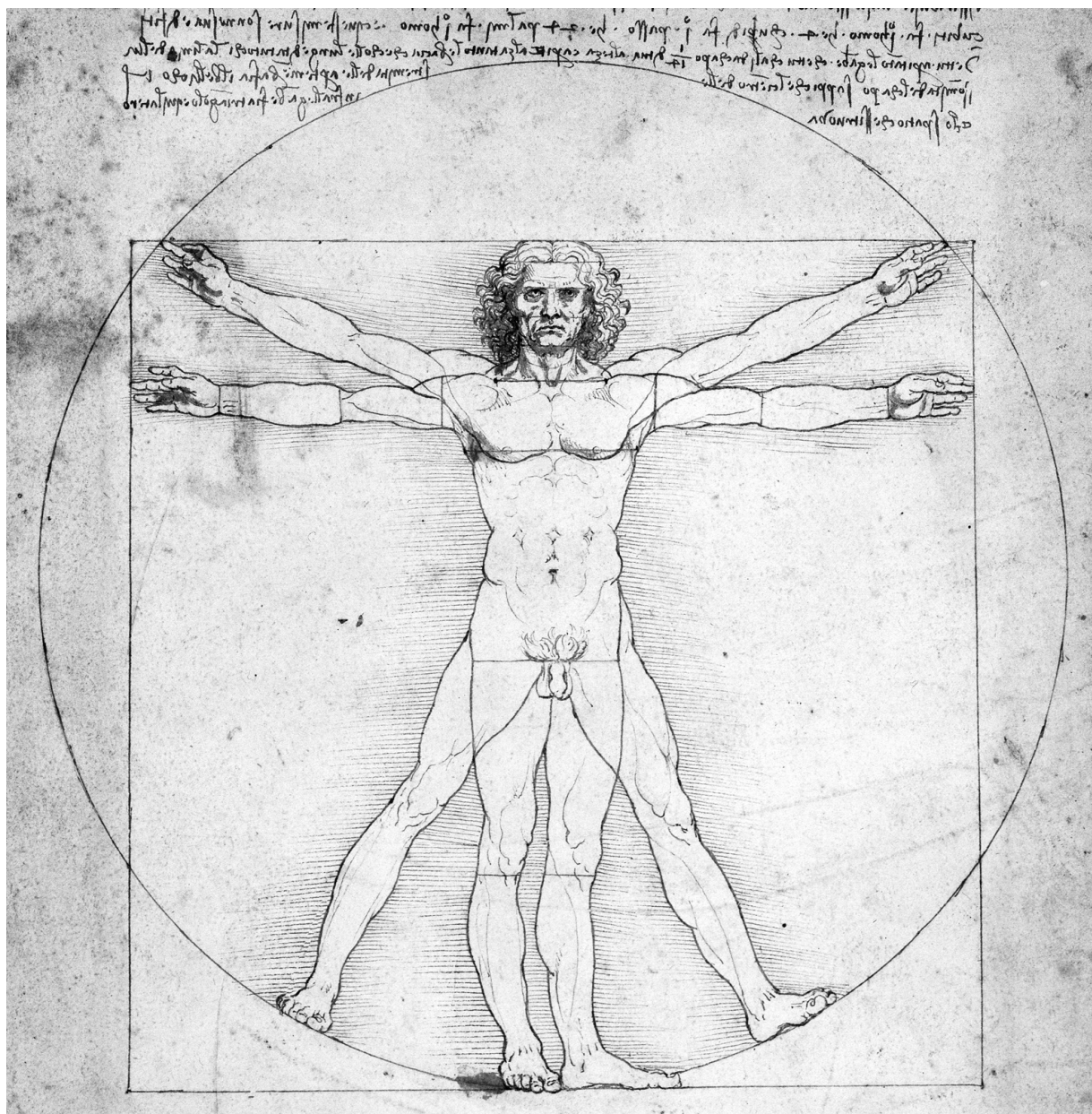
Wiele osób wynosi pod niebiosa sztukę oraz humanistykę i podkreśla, jak ważna jest ich rola w procesie edukacji, a zarazem bez cienia wstydu (a czasem wręcz z rozbawieniem) przyznaje się do własnej ignorancji w zakresie wiedzy matematycznej czy fizycznej. Tacy ludzie chętnie opowiadają o korzyściach płynących z nauki łaciny, a jednocześnie nie wiedzą, jak napisać algorytm czy też odróżnić BASIC od C++ albo Pythona od Pascala. Uważają za filistra każdego, kto nie odróżnia *Makbeta* od *Hamleta*, a sami beztrząsliwie przyznają, że nie mają pojęcia, na czym polega różnica pomiędzy genem a chromosomem, tranzystorem a kondensatorem lub rachunkiem całkowym a różniczkowym. Wszystkie te zagadnienia

mogą wydawać się trudne i skomplikowane. To prawda, ale przecież to samo można powiedzieć o *Hamlecie*. Zarówno w *Hamlecie*, jak i w każdym z tych zagadnień kryje się wewnętrzne piękno. Podobnie jak eleganckie matematyczne równanie, stanowią one wyraz wspaniałości wszechświata.

C.P. Snow miał rację, mówiąc, że powinniśmy szanować każdą z „dwóch kultur”, to znaczy nauki ścisłe oraz humanistyczne. Dziś jednak jeszcze ważniejsze jest zrozumienie tego, w jaki sposób te dwie kultury mogą się ze sobą spotykać. Na czele rewolucji technologicznej stali ludzie potrafiący połączyć twórczo naukę i humanistykę – pod tym względem byli oni kontynuatorami tradycji zapoczątkowanej przez Adę Lovelace. Ada miała zarówno odziedziczony po ojcu zmysł poetycki, jak i talent matematyczny po matce. Połączenie obu tych pierwiastków obudziło w niej umiłowanie tego, co ona sama nazywała „poetycką nauką”. Ojciec Ady stawiał w obronie luddystów niszczących mechaniczne krosna; Ada tymczasem była zafascynowana metodą sterowania owymi krosnami za pomocą perforowanych kart, umożliwiających tkanie przepięknych wzorów. Przewidziała również, że przyszłość przyniesie nam niezwykle połączenie możliwości sztuki i techniki w postaci komputerów.

W kolejnej fazie cyfrowej rewolucji pojawi się jeszcze więcej nowatorskich sposobów łączenia techniki z różnymi dziedzinami działalności twórczej, takimi jak media, moda, muzyka, rozrywka, edukacja, literatura oraz sztuka. Pierwsza faza rozwoju cyfrowych innowacji polegała w znacznej mierze na napełnianiu nowych, cyfrowych „butelek” starym „winem” w postaci książek, gazet, czasopism, utworów muzycznych, filmów oraz programów telewizyjnych. Obecnie, wraz z pojawianiem się coraz to nowych platform, usług i sieci społecznościowych, otwiera się zupełnie nowe pole do popisu dla indywidualnej wyobraźni oraz kreatywnej współpracy. Gry fabularne oraz interaktywne zabawy łączą się z różnymi formami tworzenia zbiorowych opowieści oraz systemami rzeczywistości rozszerzonej. Wzajemne oddziaływanie techniki i sztuki owocować będzie całkowicie nowymi formami ekspresji oraz formułami medialnymi.

Autorami tych innowacji będą ludzie potrafiący połączyć piękno z inżynierią, humanistykę z techniką oraz poezję z procesorami. Innymi słowy, będą to duchowi spadkobiercy Ady Lovelace – twórcy działający na skrzyżowaniu sztuki i nauki, obdarzeni niepokorną ciekawością świata, dzięki której będą w stanie otworzyć się na piękno obu przenikających się dziedzin.



[i](#) Teleturniej, w którym uczestnicy udzielają odpowiedzi w formie pytań (polska odmiana tego programu to *Va banque*) – przyp. tłum.

[ii](#) Neuron to komórka nerwowa przekazująca informacje w postaci sygnałów elektrycznych lub chemicznych. Synapsa to struktura czy też połączenie komunikacyjne, umożliwiające przekazywanie impulsów nerwowych z neuronu do neuronu lub do innej komórki.

[iii](#) Wyrażenie to pochodzi od angielskiego idiomu „pull yourself up by your bootstraps”, czyli dosł. „wyciągnij się sam ze swoich butów za przyszyte do cholewek pętelki”, oznaczającego poprawienie własnej sytuacji samodzielnym wysiłkiem – przyp. tłum.

[iv](#) Biz Stone, kolejny współtwórca serwisu – przyp. tłum.

Podziękowania

Chciałbym podziękować wszystkim, którzy udzielili mi wywiadów oraz udostępnili posiadaną wiedzę. Byli to: Bob Albrecht, Al Alcorn, Marc Andreessen, Tim Berners-Lee, Stewart Brand, Dan Bricklin, Larry Brilliant, John Seeley Brown, Nolan Bushnell, Jean Case, Steve Case, Vint Cerf, Wes Clark, Steve Crocker, Lee Felsenstein, Bob Frankston, Bob Kahn, Alan Kay, Bill Gates, Al Gore, Andy Grove, Justin Hall, Bill Joy, Jim Kimsey, Leonard Kleinrock, Tracy Licklider, Liza Loop, David McQueeney, Gordon Moore, John Negroponte, Larry Page, Howard Rheingold, Larry Roberts, Arthur Rock, Virginia Rometty, Ben Rosen, Steve Russell, Eric Schmidt, Bob Taylor, Paul Terrell, Jimmy Wales, Evan Williams i Steve Wozniak. Jestem też wdzięczny osobom, które służyły mi cennymi radami: Kenowi Auletcie, Larry'emu Cohenowi, Davidowi Derbesowi. Johnowi Doerrowi, Johnowi Hollarowi, Johnowi Markoffowi, Lyndzie Resnick, Joemu Zeffowi oraz Michaelowi Moritzowi.

Rahul Mehta z Uniwersytetu w Chicago oraz Danny Z. Wilson z Harvardu przeczytali wczesną wersję mojej książki i poprawili błędy matematyczne oraz pomyłki związane z kwestiami technologicznymi; proszę nie winić ich za błędy, które z pewnością zdarzyło mi się popełnić na dalszym etapie prac nad książką. Na moje szczególne podziękowania zasłużył Strobe Talbott, który przeczytał i opatrzył obszernymi komentarzami wstępny szkic *Innowatorów*, podobnie jak wszystkie moje

poprzednie książki, poczynawszy od napisanej w 1986 roku *The Wise Men*. Skrupulatnie przechowuję wszelkie wnikliwe uwagi Strobe'a jako świadectwo jego mądrości i życzliwości.

Podczas pracy nad niniejszą książką spróbowałem też nieco innego niż zwykle podejścia: postanowiłem pozyskać sugestie oraz propozycje poprawek na zasadzie crowdsourcingu. Nie ma w tym nic nowatorskiego. Rozsyłanie artykułów z prośbą o komentarze było jednym z celów, jakie przyświecały utworzeniu w 1660 roku Towarzystwa Królewskiego w Londynie, a także założonego przez Benjamina Franklina Amerykańskiego Towarzystwa Filozoficznego. W redakcji tygodnika „Time” mieliśmy zwyczaj wysyłania do wszystkich działów naszego pisma roboczych wersji artykułów z prośbą o „poprawki i uwagi”. Okazywały się one niezwykle pomocne. W przeszłości wysyłałem fragmenty wczesnych wersji moich książek do kilkudziesięciu moich znajomych. Dzięki internetowi mogłem zebrać komentarze i uwagi od tysięcy zupełnie obcych osób.

Wydało mi się to tym bardziej zasadne, że ułatwienie procesu współpracy było jedną z najważniejszych intencji twórców internetu. Któregoś wieczoru, pisząc na ten temat, doszedłem do wniosku, że powinienem spróbować wykorzystać internet zgodnie z jego pierwotną funkcją. Miałem nadzieję, że pozwoli mi to nie tylko poprawić początkową wersję mojej książki, ale także lepiej zrozumieć sposób, w jaki nowoczesne narzędzia internetowe ułatwiają współpracę (i jak wypadają pod tym względem na tle Usenetu czy popularnych niegdyś BBS-ów).

Przetestowałem wiele różnych serwisów. Najlepszym z nich okazało się Medium – serwis stworzony przez Eva Williamsa, jednego z bohaterów niniejszej książki. Zamieszczony przeze mnie fragment w ciągu tygodnia od udostępniania go w sieci przeczytało 18 200 osób. To o mniej więcej 18 170 osób więcej, niż wynosiła dotąd największa liczba czytelników pierwszych wersji moich książek. Bardzo wielu czytelników zamieściło pod moim tekstem swoje komentarze, a kilkaset osób zdecydowało się napisać do mnie e-mail. Uwagi czytelników skłoniły mnie do wprowadzenia

licznych poprawek oraz uzupełnień, a także zainspirowały mnie do napisania zupełnie nowego podrozdziału (poświęconego Danowi Bricklinowi i arkuszowi kalkulacyjnemu VisiCalc). Chciałbym w tym miejscu podziękować setkom moich współpracowników – część z nich miałem później okazję poznać osobiście – którzy pomogli mi w tym opartym na crowdsourcingu przedsięwzięciu. (A skoro już o crowdsourcingu mowa, mam nadzieję, że ktoś wymyśli wkrótce skrzyżowanie e-booka z narzędziem typu wiki, dzięki któremu powstaną nowe formy multimediiów, będące po części dziełem autora, a po części współtworzone przez czytelników).

Pragnę również podziękować redaktorce Alice Mayhew oraz agentce Amandzie Urban, z którymi współpracuję od trzydziestu już lat. Dziękuję także zespołowi wydawnictwa Simon & Schuster: Carolyn Reidy, Jonathanowi Karpowi, Jonathanowi Coxowi, Julii Prosser, Jackie Seow, Irene Kheradi, Judith Hoover, Ruth Lee-Mui oraz Jonathanowi Evansowi. Na słowa podziękowań zasłużyli również pracownicy Aspen Institute, a w szczególności Pat Zindulka oraz Leah Bitounis. Mogłem też liczyć na pomoc przedstawicieli trzech pokoleń mojej rodziny, którzy zechcieli przeczytać i skomentować wstępną wersję tej książki. Mam tu na myśli mojego ojca Irwina (inżyniera elektryka), mojego brata Lee (konsultanta komputerowego) oraz moją córkę Betsy (dziennikarkę piszącą o nowych technologiach, która jako pierwsza zwróciła moją uwagę na postać Ady Lovelace). Przede wszystkim jednak winien jestem wdzięczność mojej żonie, Cathy – najmądrzejszej czytelniczce i najserdeczniejszej osobie, jaką kiedykolwiek poznałem.

Przypisy

Wprowadzenie

1. Henry Kissinger, *Background briefing for reporters*, 15 stycznia 1974, archiwum magazynu „Time”.
2. Steven Shapin, *Rewolucja naukowa*, tłum. Stefan Amsterdamski, Prószyński i S-ka, Warszawa 2000, s. 1, 5.
3. W. Wordsworth, S.T. Coleridge, R. Southey, *Angielscy „Poeci Jezior”*, wybór, tłum. i oprac. Stanisław Kryński, Zakład Nar. im. Ossolińskich, Wrocław 1963, s. 219.
4. Walter Isaacson, *Steve Jobs*, tłum. Przemysław Bieliński, Michał Strąkow, Insignis Media, Kraków 2011, s. 13.

Rozdział 1. Ada, hrabina Lovelace

1. Lady Byron do Mary King, 13 maja 1833. Listy rodzinne Byronów, w tym Ady, znajdują się w Bibliotece Bodlejańskiej Uniwersytetu Oksfordzkiego. Transkrypcje listów Ady: Betty Toole, *Ada, the Enchantress of Numbers: A Selection from the Letters*, Strawberry, 1992; Doris Langley Moore, *Ada, Countess of Lovelace*, John Murray, 1977. Oprócz źródeł podanych poniżej korzystałem z: Joan Baum, *The Calculating Passion of Ada Byron*, Archon, 1986; William Gibson, Bruce Sterling, *The Difference Engine*, Bantam, 1991; Dorothy Stein, *Ada*, MIT Press, 1985; Doron Swade, *The Difference Engine*, Viking, 2001; Betty Toole, *Ada: Prophet of the Computer Age*, Strawberry, 1998; Benjamin Woolley, *The Bride of Science*, Macmillan, 1999; Jeremy Bernstein, *The Analytical Engine*, Morrow, 1963; James Gleick, *The Information*, Pantheon, 2011, rozdział 4. Jeśli nie zaznaczono inaczej, cytaty z listów Ady pochodzą z transkrypcji Toole.

Wśród piszących o Adzie Lovelace są zarówno jej zagorzali wyznawcy, jak i podważający jej osiągnięcia. Najbardziej przychylnie jej książki napisali Toole,

Woolley i Baum; najbardziej akademickie i zrównoważone jest dzieło Steina. Podważenie zasług Ady znajduje się natomiast między innymi w rozprawie doktorskiej Bruce'a Colliera, *The Little Engines That Could've*, Harvard, 1970, <http://robroy.dyndns.info/collier/>. Collier pisze: „Cierpiała na depresję maniacką i miała niesłychane wręcz urojenia na temat swoich talentów. [...] Była szalona, a jej wkład w *Uwagi* polegał chyba wyłącznie na robieniu problemów”.

- [2.](#) Lady Byron do dr. Williama Kinga, 7 czerwca 1833.
- [3.](#) Richard Holmes, *Wiek cudów. Jak odkrywano piękno i grozę nauki*, tłum. Ewa Morycińska-Dzius, Prószyński Media, Warszawa 2010.
- [4.](#) Laura Snyder, *The Philosophical Breakfast Club*, Broadway, 2011, s. 190.
- [5.](#) Charles Babbage, *The Ninth Bridgewater Treatise*, 1837, rozdziały II i VIII, http://www.victorianweb.org/science/science_texts/bridgewater/intro.htm; Snyder, *The Philosophical Breakfast Club*.
- [6.](#) Toole, *Ada, the Enchantress of Numbers*, s. 51.
- [7.](#) Sophia De Morgan, *Memoir of Augustus De Morgan*, Longmans, 1882, s. 9; Stein, *Ada*, s. 41.
- [8.](#) Holmes, *Wiek cudów*.
- [9.](#) Ethel Mayne, *The Life and Letters of Anne Isabella, Lady Noel Byron*, Scribner's, 1929, s. 36; Malcolm Elwin, *Lord Byron's Wife*, Murray, 1974, s. 106.
- [10.](#) Lord Byron do lady Melbourne, 28 września 1812, w: John Murray, (red.), *Lord Byron's Correspondence*, Scribner's, 1922, s. 88.
- [11.](#) Stein, *Ada*, s. 14, z biografii Byrona autorstwa Thomasa Moore'a opartej na zniszczonych dziennikach poety.
- [12.](#) Woolley, *The Bride of Science*, s. 60.
- [13.](#) Stein, *Ada*, s. 16; Woolley, *The Bride of Science*, s. 72.
- [14.](#) Woolley, *The Bride of Science*, s. 92.
- [15.](#) Tamże, s. 94.
- [16.](#) John Galt, *The Life of Lord Byron*, Colburn and Bentley, 1830, s. 316.
- [17.](#) Ada do dr. Williama Kinga, 9 marca 1834; dr King do Ady, 15 marca 1834; Stein, *Ada*, s. 42.
- [18.](#) Ada do dr. Williama Kinga, 1 września 1834; Stein, *Ada*, s. 46.
- [19.](#) Woolley, *The Bride of Science*, s. 172.
- [20.](#) Catherine Turney, *Byron's Daughter: A Biography of Elizabeth Medora Leigh*, Readers Union, 1975, s. 160.
- [21.](#) Velma Huskey, Harry Huskey, *Lady Lovelace and Charles Babbage*, „IEEE Annals of the History of Computing”, październik–grudzień 1980.
- [22.](#) Ada do Charlesa Babbage'a, październik 1839.

- [23.](#) Ada do Charlesa Babbage'a, 30 lipca 1843.
- [24.](#) Ada do lady Byron, 11 stycznia 1841.
- [25.](#) Toole, *Ada, the Enchantress of Numbers*, s. 136.
- [26.](#) Ada do lady Byron, 6 lutego 1841; Stein, *Ada*, s. 87.
- [27.](#) Stein, *Ada*, s. 38.
- [28.](#) Harry Wilmot Buxton, Anthony Hyman, *Memoir of the Life and Labours of the Late Charles Babbage*, ok. 1872; reprint: Charles Babbage Institute/MIT Press, 1988, s. 46.
- [29.](#) Martin Campbell Kelly, William Aspray, *Computer: A History of the Information Machine*, Westview, 2009, s. 6.
- [30.](#) Swade, *The Difference Engine*, s. 42; Bernstein, *The Analytical Engine*, s. 46 i nast.
- [31.](#) James Essinger, *Jacquard's Web*, Oxford 2004, s. 23.
- [32.](#) Ada do Charlesa Babbage'a, 16 lutego 1840.
- [33.](#) Ada do Charlesa Babbage'a, 12 stycznia 1841.
- [34.](#) Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, Longman Green, 1864, s. 136.
- [35.](#) Luigi Menabrea, z uwagami tłumaczki, Ady, hrabiny Lovelace, *Sketch of the Analytical Engine, Invented by Charles Babbage*, październik 1842, <http://www.fourmilab.ch/babbage/sketch.html>.
- [36.](#) Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, s. 136; John Füegi, Jo Francis, *Lovelace & Babbage and the Creation of the 1843 Notes*, „Annals of the History of Computing”, październik 2003.
- [37.](#) Wszystkie cytaty z Menabrei i Uwag Lovelace pochodzą z: Menabrea, *Sketch of the Analytical Engine*.
- [38.](#) Charles Babbage do Ady, 1843, w: Toole, *Ada, the Enchantress of Numbers*, s. 197.
- [39.](#) Kwestia z filmu *Ada Byron Lovelace: To Dream Tomorrow* w reżyserii Johna Füegiego i Jo Francis, Flare Productions, 2003; oraz: Füegi, Francis, *Lovelace & Babbage*.
- [40.](#) Ada do Charlesa Babbage'a, 5 lipca 1843.
- [41.](#) Ada do Charlesa Babbage'a, 2 lipca 1843.
- [42.](#) Ada do Charlesa Babbage'a, 6 sierpnia 1843; Woolley, *The Bride of Science*, s. 278; Stein, *Ada*, s. 114.
- [43.](#) Ada do lady Byron, 8 sierpnia 1843.
- [44.](#) Ada do Charlesa Babbage'a, 14 sierpnia 1843.
- [45.](#) Ada do Charlesa Babbage'a, 4 sierpnia 1843.

[46.](#) Ada do Charlesa Babbage’a, 14 sierpnia 1843.

[47.](#) Ada do lady Byron, 15 sierpnia 1843.

[48.](#) Stein, *Ada*, s. 120.

[49.](#) Ada do lady Byron, 22 sierpnia 1843.

[50.](#) Ada to Roberta Noela, 9 sierpnia, 1843.

Rozdział 2. Komputer

[1.](#) Andrew Hodges, *Enigma. Życie i śmierć Alana Turinga*, tłum. Wiktor Bartol, Prószyński i S-ka, Warszawa 2002, s. 14. Poza źródłami wymienionymi poniżej ustęp ten czerpie z biografii autorstwa Hodgesa i jego strony internetowej <http://www.turing.org.uk>, z korespondencji i dokumentów ze strony Turing Archive, <http://www.turingarchive.org>, oraz książek: David Leavitt, *The Man Who Knew Too Much. Alan Turing and the Invention of the Computer*, Atlas Books, 2006; S. Barry Cooper, Jan van Leeuwen, *Alan Turing: His Work and Impact*, Elsevier, 2013; Sara Turing, *Alan M. Turing*, Cambridge, 1959 (podano lokalizację z wydania „Centenary Edition” na Kindle z 2012 z posłowiem Johna F. Turinga); Simon Lavington (red.), *Alan Turing and His Contemporaries*, BCS, 2012.

[2.](#) Turing, w: Turing, *Alan M. Turing*, 146.

[3.](#) Hodges, *Enigma*, s. 18.

[4.](#) Turing, *Alan M. Turing*, 56.

[5.](#) Hodges, *Enigma*, s. 58.

[6.](#) Alan Turing do Sary Turing, 16 lutego 1930, w: Turing Archive; Turing, *Alan M. Turing*, 25.

[7.](#) Hodges, *Enigma*, s. 67.

[8.](#) Tamże, s. 93.

[9.](#) Alan Turing, *On Computable Numbers*, „Proceedings of the London Mathematical Society”, praca odczytana 12 listopada 1936.

[10.](#) Tamże, s. 241.

[11.](#) Max Newman do Alonzo Churcha, 31 maja 1936, w: Hodges, *Enigma*, s. 105; Alan Turing do Sary Turing, 29 maja 1936, w: Turing Archive.

[12.](#) Alan Turing do Sary Turing, 11 i 22 lutego 1937, w: Turing Archive; Alonzo Church, *Review of A.M. Turing’s ‘On Computable Numbers’*, „Journal of Symbolic Logic” 1937.

[13.](#) Ustęp o Shannonie czerpie z: Jon Gertner, *The Idea Factory: Bell Labs and the Great Age of American Innovation*, Penguin, 2012 (podano lokalizację z wydania na Kindle), rozdział 7; M. Mitchell Waldrop, *Claude Shannon: Reluctant Father of the Digital Age*, „MIT Technology Review”, lipiec 2001; Graham Collins, *Claude E. Shannon: Founder of Information Theory*, „Scientific American”, październik 2012;

James Gleick, *Informacja. Bit, wszechświat, rewolucja*, tłum. Grzegorz Siwek, Znak, Kraków 2012, rozdział 7.

[14.](#) Peter Galison, *Image and Logic*, University of Chicago, 1997, s. 781.

[15.](#) Claude Shannon, *A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits*, „Transactions of the American Institute of Electrical Engineers”, grudzień 1938. Wyjaśnione przystępniej w: Daniel Hillis, *Wzory na krzemowej płytce*, tłum. Piotr Rączka, CiS, Warszawa 2000, s. 18.

[16.](#) Paul Ceruzzi, *Reckoners: The Prehistory of the Digital Computer*, Greenwood, 1983, s. 79. Zob. również: Computer History Museum, „George Stibitz”, <http://www.computerhistory.org/revolution/birth-of-the-computer/4/85>.

[17.](#) Historia mówiona Howarda Aikena, prowadzenie Henry Tropp, I. Bernard Cohen, Instytut Smithsona, luty 1973.

[18.](#) Howard Aiken, *Proposed Automatic Calculating Machine*, „IEEE Spectrum”, sierpień 1964; Cassie Ferguon, *Howard Aiken: Makin' a Computer Wonder*, „Harvard Gazette”, 9 kwietnia 1998.

[19.](#) I. Bernard Cohen, *Howard Aiken: Portrait of a Computer Pioneer*, MIT, 1999, s. 9.

[20.](#) Kurt Beyer, *Grace Hopper and the Invention of the Information Age*, MIT, 2009, s. 75.

[21.](#) Cohen, *Howard Aiken*, s. 115.

[22.](#) Tamże, s. 98 i nast.

[23.](#) Beyer, *Grace Hopper*, s. 80.

[24.](#) Ceruzzi, *Reckoners*, s. 65.

[25.](#) Horst Zuse (syn), *The Life and work of Konrad Zuse*, http://www.horst-zuse.homepage.t-online.de/Konrad_Zuse_index_english_html/biography.html.

[26.](#) Archiwum materiałów Konrada Zusego, <http://www.zib.de/zuse/home.php/Main/KonradZuse>; Ceruzzi, *Reckoners*, s. 26.

[27.](#) Horst Zuse, *The Life and Work of Konrad Zuse*, część 4; Ceruzzi, *Reckoners*, s. 28.

[28.](#) Perypetie Johna Atanasoffa i kontrowersje dotyczące wagi jego osiągnięć doprowadziły do powstania szeregu emocjonalnie nacechowanych książek i artykułów. Walcząc o miejsce w historii i zwycięstwo w sądzie, Atanasoff stanął przeciwko twórcom ENIAC-a, Johnowi Mauchly'emu i Presperowi Eckertowi. Cztery najważniejsze książki o Atanasoffie wyszły spod pióra osób, które pragnęły wziąć go w obronę. Alice Burks, *Who Invented the Computer?*, Prometheus, 2003 (podano lokalizację z wydania na Kindle) bazuje po części na dokumentacji prawnej i sądowej. Alice Burks, Arthur Burks, *The First Electronic Computer: The Atanasoff Story*,

University of Michigan, 1988 – to starsza, bardziej specjalistyczna książka. Arthur Burks był jednym z inżynierów zatrudnionych przy projekcie ENIAC i wyrobił sobie niepochlebne zdanie o Eckercie i Mauchlym. Clark Mollenhoff, *Atanasoff: Forgotten Father of the Computer*, Iowa State, 1988 – została napisana przez laureata Nagrody Pulitzera i byłego szefa waszyngtońskiego biura gazety „Des Moines Register”, który po odkryciu historii Atanasoffa postanowił wskrzesić pamięć o nim. Jane Smiley, *The Man Who Invented the Computer*, Doubleday, 2010 – to pozycja autorstwa nagradzanej powieściopisarki, która zanurzyła się w historii komputerów i została obrończynią Atanasoffa. Więcej na temat motywacji i osobistego zaangażowania Alice i Arthura Burksów w: *Memoir of the 1940s*, „Michigan Quarterly Review”, wiosna 1997, <http://hdl.handle.net/2027/spo.act2080.0036.201>. Ustęp ten czerpie też z: Allan Mackintosh, *Dr. Atanasoff's Computer*, „Scientific American”, sierpień 1988; Jean Berry, *Clifford Edward Berry: His Role in Early Computers*, „Annals of the History of Computing”, lipiec 1986; William Broad, *Who Should Get the Glory for Inventing the Computer?*, „New York Times”, 22 marca 1983.

[29.](#) John Atanasoff, *Advent of Electronic Digital Computing*, „Annals of the History of Computing”, lipiec 1984, s. 234.

[30.](#) Tamże, s. 238.

[31.](#) Tamże, s. 243.

[32.](#) Katherine Davis Fishman, *The Computer Establishment*, Harper and Row, 1981, s. 22.

[33.](#) Zeznanie Atanasoffa w sprawie Honeywell vs. Sperry Rand, 15 czerwca 1971, s. 1700 stenogramu, w: Burks, *Who Invented the Computer?*, 1144. Materiały archiwalne z procesu można znaleźć na stronie Uniwersytatu Pensylwanii, http://www.archives.upenn.edu/faids/upd/eniactrial/upd8_10.html, i Instytutu Charlesa Babbage’a należącego do Uniwersytetu Minnesoty: <http://discover.lib.umn.edu/cgi/f/findaid/findaid-idx?c=umfa;cc=umfa;rgn=main;view=text;didno=cbi00001>.

[34.](#) Tamże, s. 1703 stenogramu.

[35.](#) Atanasoff, *Advent of Electronic Digital Computing*, s. 244.

[36.](#) John Atanasoff, *Computing Machine for the Solution of Large Systems of Linear Algebraic Equations*, 1940, tekst dostępny na stronie Iowa State University, <http://jva.cs.iastate.edu/img/Computing%20machine.pdf>. Szczegółowe omówienie w: Burks, Burks, *The First Electronic Computer*, s. 7 i nast.

[37.](#) Robert Stewart, *The End of the ABC*, „Annals of the History of Computing”, lipiec 1984; Mollenhoff, *Atanasoff*, s. 73.

[38.](#) Ustęp ten czerpie z: historia mówiona Johna Mauchly’ego, prowadzenie Henry Tropp, Instytut Smithsona, 10 stycznia 1973; historia mówiona Johna Mauchly’ego,

prowadzenie Nancy Stern, American Institute of Physics (AIP), 6 maja 1977; Scott McCartney, *ENIAC*, Walker, 1999; Herman Goldstine, *The Computer from Pascal to von Neumann*, Princeton, 1972 (podano lokalizację z wydania na Kindle); Kathleen Mauchly, *John Mauchly's Early Years*, „Annals of the History of Computing”, kwiecień 1984, David Ritchie, *The Computer Pioneers*, Simon & Schuster, 1986; Bill Mauchly i in., strona internetowa „The ENIAC”, <http://the-eniac.com/first/>; Howard Rheingold, *Narzędzia ułatwiające myślenie. Historia i przyszłość metod poszerzania możliwości umysłu*, tłum. Jacek B. Szporko, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2003; Joel Shurkin, *Engines of the Mind: A History of the Computer*, Washington Square Press, 1984.

[39.](#) John Costello, *The Twig Is Bent: The Early Life of John Mauchly*, „IEEE Annals of the History of Computing” 1996.

[40.](#) Historia mówiona Mauchly’ego, AIP.

[41.](#) Costello, *The Twig is Bent*.

[42.](#) McCartney, *ENIAC*, s. 82.

[43.](#) Kay McNulty Mauchly Antonelli, *The Kathleen McNulty Mauchly Antonelli Story*, 26 marca 2004, strona ENIAC-a, <https://sites.google.com/a/opgate.com/eniac/Home/kay-mcnulty-mauchly-antonelli>; McCartney, *ENIAC*, s. 32.

[44.](#) Ritchie, *The Computer Pioneers*, s. 129; Rheingold, *Narzędzia ułatwiające myślenie*.

[45.](#) McCartney, *ENIAC*, s. 34.

[46.](#) Mauchly, *John Mauchly's Early Years*.

[47.](#) McCartney, *ENIAC*, s. 36.

[48.](#) Mauchly, *John Mauchly's Early Years*.

[49.](#) John Mauchly do H. Helma Claytona, 15 listopada 1940.

[50.](#) John Mauchly do Johna de Wire’a, 4 grudnia 1940; Mauchly, *John Mauchly's Early Years*.

[51.](#) John Mauchly do Johna Atanasoffa, 19 stycznia 1941; John Atanasoff do Johna Mauchly’ego, 23 stycznia 1941; historia mówiona Mauchly’ego, Instytut Smithsona; Burks, *Who Invented the Computer?*, 668.

[52.](#) Kłótnia o to, kto ma rację, toczyła się na łamach „Annals of the History of Computing” w licznych artykułach, komentarzach i przykrych listach. Zarówno ten ustęp, jak i kolejny, o walce sądowej, czerpią z tych tekstów. Obejmują one: Arthur Burks, Alice Burks, *The ENIAC: First General-Purpose Electronic Computer*, z komentarzami Johna Atanasoffa, J. Prespera Eckerta, Kathleen R. Mauchly i Konrada Zusego oraz odpowiedzią Burksów, „Annals of the History of Computing”,

październik 1981, s. 310–399 (ponad osiemdziesiąt stron tego wydania pochłonęły oświadczenia i repliki uczestników dyskusji, co stanowiło pewien kłopot u redaktorów); Kathleen Mauchly, *John Mauchly's Early Years*, „Annals of the History of Computing”, kwiecień 1984; John Mauchly, *Mauchly: Unpublished Remarks*, z posłowiem Arthura i Alice Burksów, „Annals of the History of Computing”, lipiec 1982; Arthur Burks, „Who Invented the General Purpose Computer”, wykład na Uniwersytecie Michigan, 2 kwietnia 1974; James McNulty, list do redakcji, „Datamation”, czerwiec 1980.

[53.](#) Zeznanie Lury Meeks Atanasoff w sprawie Sperry vs Honeywell; Burks, *Who Invented the Computer?*, 1445.

[54.](#) Mollenhoff, *Atanasoff*, s. 114.

[55.](#) Historia mówiona Mauchly'ego, Instytut Smithsona; John Mauchly, *Fireside Chat*, 13 listopada 1973, „Annals of the History of Computing”, lipiec 1982.

[56.](#) Ritchie, *The Computer Pioneers*, s. 142.

[57.](#) Historia mówiona Mauchly'ego, Instytut Smithsona.

[58.](#) Zeznanie Johna Mauchly'ego w sprawie Sperry vs Honeywell; Burks, *Who Invented the Computer?*, 429.

[59.](#) John Mauchly do Johna Atanasoffa, 30 września 1941, akta procesu Sperry vs Honeywell.

[60.](#) John Atanasoff do Johna Mauchly'ego, 7 października 1941, akta procesu Sperry vs Honeywell.

[61.](#) Poza źródłami wymienionymi poniżej ustęp ten czerpie z: Peter Eckstein, *Presper Eckert*, „Annals of the History of Computing”, wiosna 1996; historia mówiona J. Prespera Eckerta, prowadzenie Nancy Stern, Instytut Charlesa Babbage'a, Uniwersytet Minnesoty, 28 października 1977; Nancy Stern, *From ENIAC to UNIVAC*, Digital Press, 1981; J. Presper Eckert, *Thoughts on the History of Computing*, „Computer”, grudzień 1976; J. Presper Eckert, *The ENIAC*, John Mauchly, *The ENIAC*, Arthur W. Burks, *From ENIAC to the Stored Program Computer*, w: Nicholas Metropolis i in. (red.), *A History of Computing in the Twentieth Century*, Academic Press, 1980; Alexander Randall, *A Lost Interview with Presper Eckert*, „Computerworld”, 4 lutego 2006.

[62.](#) Historia mówiona Eckerta, Instytut Charlesa Babbage'a.

[63.](#) Eckstein, *Presper Eckert*.

[64.](#) Ritchie, *The Computer Pioneers*, s. 148.

[65.](#) Historia mówiona Eckerta, Instytut Charlesa Babbage'a.

[66.](#) John W. Mauchly, *The Use of High Speed Vacuum Tube Devices for Calculating*, 1942, w: Brian Randell (red.), *The Origins of Digital Computers: Selected Papers*,

Springer-Verlag, 1973, s. 329. Zob. też: John G. Brainerd, *Genesis of the ENIAC*, „Technology and Culture”, lipiec 1976, s. 482.

[67.](#) Historia mówiona Mauchly’ego, Instytut Smithsona; Goldstine, *The Computer from Pascal to von Neumann*, 3169; McCartney, *ENIAC*, s. 61.

[68.](#) Burks, *Who Invented the Computer?*, 71.

[69.](#) McCartney, *ENIAC*, s. 89.

[70.](#) Historia mówiona Eckerta, Instytut Charlesa Babbage’a.

[71.](#) Tamże.

[72.](#) Tamże; Randall, *A Lost Interview with Presper Eckert*.

[73.](#) Hodges, *Enigma*, s. 111.

[74.](#) Poza biografią autorstwa Hodgesa *Enigma* ustęp ten czerpie z: B. Jack Copeland, *Colossus: The Secrets of Bletchley Park’s Codebreaking Computers*, Oxford, 2006; I.J. Good, *Early Work on Computers at Bletchley*, „Annals of the History of Computing”, lipiec 1979; Tommy Flowers, *The Design of Colossus*, „Annals of the History of Computing”, lipiec 1983; Lavington (red.), *Alan Turing and His Contemporaries*; Sinclair McKay, *Tajemnice Bletchley Park. Kulisy łamania szyfrów Enigmy*, tłum. Barbara Gutowska-Nowak, Muza, Warszawa 2013; i mojej własnej wizyty w Bletchley Park, spotkanych tam badaczy i przewodników oraz dostępnych wystaw i materiałów.

[75.](#) Randall, *A Lost Interview with Presper Eckert*.

[76.](#) Archiwa procesu Honeywell vs Sperry Rand. Zob. też: Charles E. McTiernan, *The ENIAC Patent*, „Annals of the History of Computing”, kwiecień 1998.

[77.](#) Decyzja sędziego Earla Richarda Larsona, Honeywell vs Sperry Rand.

[78.](#) Randall, *A Lost Interview with Presper Eckert*.

Rozdział 3. Programowanie

[1.](#) Alan Turing, *Intelligent Machinery*, raport National Physical Laboratory, lipiec 1948, dostępny pod adresem: http://www.AlanTuring.net/intelligent_machinery.

[2.](#) Poza źródłami wymienionymi poniżej ustęp ten czerpie z: Kurt Beyer, *Grace Hopper and the Invention of the Information Age*, MIT, 2009; oraz następujących bezcennych historii mówionych Grace Hopper: Instytut Smithsona (pięć nagrań), lipiec 1968, listopad 1968, 7 stycznia 1969, 4 lutego 1969, 5 lipca 1972; Computer History Museum, grudzień 1980; wywiad z Grace Hopper, wrzesień 1982; projekt Women in Federal Government, Radcliff Institute, Uniwersytet Harvarda.

[3.](#) Kurt Beyer błędnie podaje, że była pierwszą kobietą, która zdobyła doktorat z matematyki na Yale. Wyróżnienie to należy się Charlotte Barnum, która obroniła dysertację w 1895 roku. Łącznie przed Hopper było dziesięć kobiet z doktoratem. Zob. Judy Green, Jeanne LaDuke, *Pioneering Women in American Mathematics: The*

pre-1940 PhDs, American Mathematical Society, 2009, s. 53; Beyer, *Grace Hopper*, s. 25–26.

4. Historia mówiona Hopper, Instytut Smithsona, 5 lipca 1972.

5. Historia mówiona Hopper, Instytut Smithsona, lipiec 1968; Rosario Rausa, *In Profile, Grace Murray Hopper*, „Naval History”, jesień 1992.

6. Historie mówione Hopper (o tej samej treści), Computer History Museum i Instytut Smithsona, 5 lipca 1972.

7. Kadra Harvard Computation Library (Grace Hopper, Howard Aiken), *A Manual of Operation for the Automatic Sequence Controlled Calculator*, Harvard, 1946.

8. Historia mówiona Hopper, Computer History Museum.

9. Beyer, *Grace Hopper*, s. 130.

10. Tamże, s. 135.

11. Historia mówiona Richarda Blocha, Instytut Charlesa Babbage’a, Uniwersytet Minnesoty.

12. Beyer, *Grace Hopper*, s. 53.

13. Komentarze do dyskusji panelowej z Grace Hopper i Richardem Blochem, 30 sierpnia 1967, w: Henry S. Tropp, *The 20th Anniversary Meeting of the Association for Computing Machinery*, „IEEE Annals”, lipiec 1987.

14. Beyer, *Grace Hopper*, s. 5.

15. Historia mówiona Hopper, Instytut Smithsona, 5 lipca 1972.

16. Historia mówiona Howarda Aikena, prowadzenie Henry Tropp, I. Bernard Cohen, Instytut Smithsona, luty 1973.

17. Grace Hopper, John Mauchly, *Influence of Programming Techniques on the Design of Computers*, „Proceedings of the IRE”, październik 1953.

18. Dziennik komputera, Harvard, 9 września 1947, <http://www.history.navy.mil/photos/images/h96000/h96566k.jpg>.

19. Historia mówiona Hopper, Instytut Smithsona, listopad 1968.

20. *The Moore School Lectures*, Instytut Charlesa Babbage’a, wznowienie, MIT Press 1985.

21. Historia mówiona Hopper, Instytut Smithsona, listopad 1968.

22. Poza źródłami wymienionymi poniżej ustępow ten czerpie z: Jean Jennings Bartik, *Pioneer Programmer*, Truman State, 2013 (podano lokalizację z wydania na Kindle); historia mówiona Jean Bartik, prowadzenie Gardner Hendrie, Computer History Museum, 1 lipca 2008; historia mówiona Jean Bartik, Janet Abbate, IEEE Global History Network, 3 sierpnia 2008; Steve Lohn, *Jean Bartik, Software Pioneer, Dies at 86*, „New York Times”, 7 kwietnia 2011; Jennifer Light, *When Computers Were Women*, „Technology and Culture”, lipiec 1999.

- [23.](#) Jordynnn Jack, *Science on the Home Front: American Women Scientists in World War II*, University of Illinois, 2009, s. 3.
- [24.](#) Jennings Bartik, *Pioneer Programmer*, 1282.
- [25.](#) W. Barkley Fritz, *The Women of ENIAC*, „IEEE Annals of the History of Computing”, jesień 1996.
- [26.](#) Fritz, *The Women of ENIAC*.
- [27.](#) Jennings Bartik, *Pioneer Programmer*, 1493. Zob. też: LeAnn Erickson, *Top Secret Rosies: The Female Computers of WWII* (film, PBS, 2002); Bill Mauchly, strona internetowa ENIAC-a, <https://sites.google.com/a/opgate.com/eniac/>; Thomas Petzinger junior, *History of Software Begins with Work of Some Brainy Women*, „Wall Street Journal”, 15 listopada 1996. Pierwsze programistki zyskały rozgłos między innymi dzięki Kathy Kleiman, studentce Harvardu, która poznała je w 1986 roku przy okazji gromadzenia informacji do pracy licencjackiej na temat kobiet w informatyce. Kleiman jest też współproducentką dwudziestominutowego filmu dokumentalnego *The Computers*, który pokazano pierwszy raz w 2014 roku. Zob. strona internetowa ENIAC Programmers Project, <http://eniacprogrammers.org/>.
- [28.](#) Kay McNulty Mauchly Antonelli, *The Kathleen McNulty Mauchly Antonelli Story*, strona internetowa ENIAC-a, <https://sites.google.com/a/opgate.com/eniac/Home/kay-mcnulty-mauchly-antonelli>.
- [29.](#) Fritz, *The Women of ENIAC*.
- [30.](#) Jennings Bartik, *Pioneer Programmer*, 1480.
- [31.](#) Autumn Stanley, *Mothers and Daughters of Invention*, Rutgers, 1995, s. 443.
- [32.](#) Frits, *The Women of ENIAC*.
- [33.](#) Historia mówiona Jean Jennings Bartik, Betty Snyder Holberton, prowadzenie Henry Tropp, Instytut Smithsona, 27 kwietnia 1973.
- [34.](#) Historia mówiona Jennings Bartik, Computer History Museum.
- [35.](#) Tamże.
- [36.](#) Jennings Bartik, *Pioneer Programmer*, 557.
- [37.](#) Presper Eckert, John Mauchly, *Progress Report on ENIAC*, 31 grudnia 1943, w: Nancy Stern, *From ENIAC to UNIVAC*, Digital Press, 1981.
- [38.](#) John Mauchly, *Amending the ENIAC story*, list do redakcji „Datamation”, październik 1979.
- [39.](#) Presper Eckert, *Disclosure of a Magnetic Calculating Machine*, 29 stycznia 1944, odtajniony materiał procesowy w archiwum Dona Knutha, Computer History Museum; Mark Priestley, *The Science of Operations*, Springer, 2011, s. 127; Stern, *From ENIAC to UNIVAC*, s. 28.
- [40.](#) Poza konkretnymi pozycjami wyszczególnionymi poniżej ustęp ten czerpie z:

William Aspray, *John von Neumann and the Origins of Modern Computing*, MIT, 1990; Nancy Stern, *John von Neumann's Influence on Electronic Digital Computing, 1944–1946*, „IEEE Annals of the History of Computing”, październik–grudzień 1980; Stanisław Ulam, *John von Neumann*, „Bulletin of the American Mathematical Society”, luty 1958; George Dyson, *Turing's Cathedral*, Random House, 2012 (podano lokalizację z wydania na Kindle); Herman Goldstine, *The Computer from Pascal to von Neumann*, Princeton, 1972 (podano lokalizację z wydania na Kindle).

[41.](#) Dyson, *Turing's Cathedral*, 41.

[42.](#) Nicholas Vonneumann, *John von Neumann as Seen by His Brother*, wydanie samodzielnie, 1987, s. 22, fragmenty opublikowane jako *John von Neumann: Formative Years*, „IEEE Annals”, jesień 1989.

[43.](#) Dyson, *Turing's Cathedral*, 45.

[44.](#) Goldstine, *The Computer from Pascal to von Neumann*, 3550.

[45.](#) Dyson, *Turing's Cathedral*, 1305.

[46.](#) Tamże, 1395.

[47.](#) Historia mówiona Hopper, Instytut Smithsona, 7 stycznia 1969.

[48.](#) Historia mówiona Blocha, Instytut Charlesa Babbage'a, 22 lutego 1984.

[49.](#) Robert Slater, *Portraits in Silicon*, MIT Press, 1987, s. 88; Beyer, *Grace Hopper*, s. 9.

[50.](#) Goldstine, *The Computer from Pascal to von Neumann*, 3634.

[51.](#) Tamże, 3840.

[52.](#) Tamże, 199; Herman Goldstine do Paula Gillona, 2 września 1944; Beyer, *Grace Hopper and the Invention of the Information Age*, s. 120. Zob. też: John Mauchly, *Amending the ENIAC story*, list do redakcji „Datamation”, październik 1979; Arthur W. Burks, *From ENIAC to the Stored Program Computer*, w: Nicholas Metropolis i in. (red.), *A History of Computing in the Twentieth Century*, Academic Press, 1980.

[53.](#) Historia mówiona Jennings Bartik i Snyder Holberton, Instytut Smithsona, 27 kwietnia 1973.

[54.](#) Scott McCartney, *ENIAC*, Walker, 1999, s. 116.

[55.](#) Historia mówiona Jennings Bartik i Snyder Holberton, Instytut Smithsona, 27 kwietnia 1973.

[56.](#) Dyson, *Turing's Cathedral*, 53.

[57.](#) Alice Burks, *Who Invented the Computer?*, Prometheus, 2003 (podano lokalizację z wydania na Kindle); Norman Macrae, *John von Neumann*, American Mathematical Society, 1992, s. 281.

[58.](#) David Ritchie, *The Computer Pioneers*, Simon & Schuster, 1986, s. 178.

[59.](#) Historia mówiona J. Prespera Eckerta, prowadzenie Nancy Stern, Instytut

Charlesa Babbage'a, 28 października 1977; Dyson, *Turing's Cathedral*, 1952.

[60.](#) John von Neumann, *First Draft of a Report on the EDVAC*, Departament Uzbrojenia Armii Stanów Zjednoczonych i Uniwersytet Pensylwanii, 30 czerwca 1945. Raport dostępny pod adresem: <http://www.virtualtravelog.net/wp/wp-content/media/2003-08-TheFirstDraft.pdf>.

[61.](#) Dyson, *Turing's Cathedral*, 1957. Zob. też: Aspray, *John von Neumann and the Origins of Modern Computing*.

[62.](#) Historia mówiona Eckerta, Instytut Charlesa Babbage'a. Zob. też cytaty z Eckerta w: McCartney, *ENIAC*, s. 125: „Zostaliśmy w oczywisty sposób oszukani przez Johna von Neumanna, któremu udało się sprawić, że w pewnych kręgach zaczęto nazywać moje pomysły »architekturą von Neumanna«”.

[63.](#) Jennings Bartik, *Pioneer Programmer*, 518.

[64.](#) Charles Duhigg, Steve Lohr, *The Patent, Used as a Sword*, „New York Times”, 7 października 2012.

[65.](#) McCartney, *ENIAC*, s. 103.

[66.](#) C. Dianne Martin, *ENIAC: The Press Conference That Shook the World*, „IEEE Technology and Society”, grudzień 1995.

[67.](#) Jennings Bartik, *Pioneer Programmer*, 1878.

[68.](#) Fritz, *The Women of ENIAC*.

[69.](#) Jennings Bartik, *Pioneer Programmer*, 1939.

[70.](#) Historia mówiona Jennings Bartik i Snyder Holberton, Instytut Smithsona, 27 kwietnia 1973.

[71.](#) Jennings Bartik, *Pioneer Programmer*, 672, 1964, 1995, 1959.

[72.](#) T.R. Kennedy, *Electronic Computer Flashes Answers*, „New York Times”, 15 lutego 1946.

[73.](#) McCartney, *ENIAC*, s. 107.

[74.](#) Jennings Bartik, *Pioneer Programmer*, 2026, 2007.

[75.](#) Historia mówiona Jennings Bartik, Computer History Museum.

[76.](#) McCartney, *ENIAC*, s. 132.

[77.](#) Steven Henn, *The Night a Computer Predicted the Next President*, NPR, 31 października 2012; Alex Bochanek, *Have You Got a Prediction for Us, UNIVAC?*, Computer History Museum, <http://www.computerhistory.org/atchm/have-you-got-a-prediction-for-us-univac/>. Według kilku sprawozdań CBS nie podało do wiadomości prognozy UNIVAC-a, bo sondaże przedwyborcze przewidywały zwycięstwo Stevensona. Nie jest to prawdą: sondaże dawały przewagę Eisenhowerowi.

[78.](#) Historia mówiona Hopper, Computer History Museum, grudzień 1980.

[79.](#) Beyer, *Grace Hopper*, s. 277.

- [80.](#) John von Neumann do Stanleya Frankela, 29 października 1946; Joel Shurkin, *Engines of the Mind*, Washington Square Press, 1984, s. 204; Dyson, *Turing's Cathedral*, 1980; Stern, *John von Neumann's Influence on Electronic Digital Computing*.
- [81.](#) Historia mówiona Eckerta, Instytut Charlesa Babbage'a.
- [82.](#) Goldstine, *The Computer from Pascal to von Neumann*, 5077.
- [83.](#) Crispin Rope, *ENIAC as a Stored-Program Computer: A New Look at the Old Records*, „IEEE Annals of the History of Computing”, październik 2007; Dyson, *Turing's Cathedral*, 4429.
- [84.](#) Fritz, *The Women of ENIAC*.
- [85.](#) Maurice Wilkes, *How Babbage's Dream Came True*, „Nature”, październik 1975.
- [86.](#) Andrew Hodges, *Enigma. Życie i śmierć Alana Turinga*, tłum. Wiktor Bartol, Prószyński i S-ka, Warszawa 2002, s. 313.
- [87.](#) Dyson, *Turing's Cathedral*, 2024. Zob. też: Goldstine, *The Computer from Pascal to von Neumann*, 5376.
- [88.](#) Dyson, *Turing's Cathedral*, 6092.
- [89.](#) Hodges, *Enigma*, s. 214.
- [90.](#) Alan Turing, *Lecture to the London Mathematical Society*, 20 lutego 1947, dostępny pod adresem: <http://www.turingarchive.org/>; Hodges, *Enigma*, s. 299.
- [91.](#) Dyson, *Turing's Cathedral*, 5921.
- [92.](#) Geoffrey Jefferson, *The Mind of Mechanical Man*, wykład z okazji otrzymania Medalu Listera, 9 czerwca 1949, Turing Archive, <http://www.turingarchive.org/browse.php/B/44>.
- [93.](#) Hodges, *Enigma*, s. 336.
- [94.](#) Wersja online pod adresem: <http://loebner.net/Prize/TuringArticle.html>.
- [95.](#) John Searle, *Minds, Brains and Programs*, „Behavioral and Brain Sciences”, 1980. Zob. też: *The Chinese Room Argument*, „The Stanford Encyclopedia of Philosophy”, <http://plato.stanford.edu/entries/chinese-room/>.
- [96.](#) Hodges, *Enigma*, s. 345; Max Newman, *Alan Turing, An Appreciation*, „Manchester Guardian”, 11 czerwca 1954.
- [97.](#) M.H.A. Newman, Alan M. Turing, Geoffrey Jefferson, R.B. Braithwaite, *Can Automatic Calculating Machines Be Said to Think?*, audycja BBC, 1952, transkrypcja przedrukowana w: Stuart Shieber (red.), *The Turing Test: Verbal Behavior as the Hallmark of Intelligence*, MIT, 2004; Hodges, *Enigma*, s. 371–372.
- [98.](#) Hodges, *Enigma*, s. 369.
- [99.](#) Tamże, s. 376. Więcej na temat samobójstwa i osobowości Turinga: Robin Gandy, nieopublikowany nekrolog Alana Turinga dla „Timesa” i inne materiały na stronie

Turing Archive, <http://www.turingarchive.org/>. Matka Turinga, Sara, woląla wierzyć, że śmierć syna była skutkiem nieostrożnego obchodzenia się z cyjankiem podczas pozłacania łyżeczki. Sara przesłała do archiwum łyżeczkę znaną w pracowni wraz z listem: „To jest łyżeczka, którą znalazłam w laboratorium Alana Turinga. Przypomina tę, którą sam pozłocił. Wydaje się prawdopodobne, że tę zamierzał pozłocić, używając cyjanku potasu własnej produkcji”. Exhibit AMT/A/12, Turing Archive, <http://www.turingarchive.org/browse.php/A/12>.

Rozdział 4. Tranzystor

1. Jon Gertner, *The Idea Factory: Bell Labs and the Great Age of American Innovation*, Penguin, 2012 (podano lokalizację z wydania na Kindle). Poza źródłami wymienionymi poniżej ustępn ten czerpie z: Joel Shurkin, *Broken Genius: The Rise and Fall of William Shockley*, Macmillan, 2006 (podano lokalizację z wydania na Kindle); Lillian Hoddeson, Vicki Daitch, *True Genius: The Life and Science of John Bardeen*, National Academies, 2002; Michael Riordan, Lillian Hoddeson, *Crystal Fire: The Invention of the Transistor and the Birth of the Information Age*, Norton, 1998; William Shockley, *The Invention of the Transistor – An Example of Creative-Failure Methodology*, National Bureau of Standards Special Publication, maj 1974, s. 47–89; William Shockley, *The Path to the Conception of the Junction Transistor*, „IEEE Transactions of Electron Device”, lipiec 1976; David Pines, *John Bardeen*, „Proceedings of the American Philosophical Society”, wrzesień 2009; wydanie specjalne: *John Bardeen*, „Physics Today”, kwiecień 1992, numer zawierał wspomnienia siedmiu kolegów Bardeena; John Bardeen, *Semiconductor Research Leading to the Point Contact Transistor*, przemówienie wygłoszone podczas ceremonii wręczenia Nagród Nobla, 11 grudnia 1956; John Bardeen, *Walter Houser Brattain: A Biographical Memoir*, National Academy of Sciences, 1994; *Transistorized!*, stworzony przez sieć PBS film dokumentalny zawierający zapisy rozmów i wywiady, 1999, <http://www.pbs.org/transistor/index.html>; historia mówiona Williama Shockley’ego, American Institute of Physics (AIP), 10 września 1974; historia mówiona Shockley Semiconductor, Computer History Museum, 27 lutego 2006; historia mówiona Johna Bardeena, AIP, 12 maja 1977; historia mówiona Waltera Brattaina, AIP, styczeń 1964.

2. Gertner, *The Idea Factory*, 2255.

3. Shurkin, *Broken Genius*, s. 2547.

4. John Pierce, *Mervin Joe Kelly: 1894–1971*, National Academy of Sciences, wspomnienia biograficzne, 1975, <http://www.nasonline.org/publications/biographical-memoirs/memoir-pdfs/kelly-mervin.pdf>; Gertner, *The Idea Factory*, 2267.

5. Shurkin, *Broken Genius*, s. 178.

6. Tamże, s. 231.

- [7.](#) Tamże, s. 929, Lillian Hoddeson, *The Discovery of the Point-Contact Transistor*, „Historical Studies in the Physical Sciences” 1981, nr 1(12), s. 76.
- [8.](#) Wywiad z Johnem Pierce’em, *Transistorized!*, PBS, 1999.
- [9.](#) Shurkin, *Broken Genius*, s. 935; Shockley, *The Path to the Conception of the Junction Transistor*.
- [10.](#) Gertner, *The Idea Factory*, 1022.
- [11.](#) Tamże, 1266.
- [12.](#) Tamże, 1336.
- [13.](#) Historia mówiona Brattaina, AIP.
- [14.](#) Pines, *John Bardeen*.
- [15.](#) Bardeen, *Walter Houser Brattain*.
- [16.](#) Historia mówiona Brattaina, AIP.
- [17.](#) Riordan, Hoddeson, *Crystal Fire*, s. 126.
- [18.](#) Shockley, *The Path to the Conception of the Junction Transistor*; Michael Riordan, *The Lost History of the Transistor*, „IEEE Spectrum”, maj 2004.
- [19.](#) Riordan, Hoddeson, *Crystal Fire*, s. 121.
- [20.](#) Historia mówiona Brattaina, AIP.
- [21.](#) Riordan, Hoddeson, *Crystal Fire*, s. 131.
- [22.](#) Bardeen, *Semiconductor Research Leading to the Point Contact Transistor*, przemówienie wygłoszone podczas ceremonii wręczenia Nagród Nobla, 11 grudnia 1956.
- [23.](#) Historia mówiona Brattaina, AIP.
- [24.](#) Tamże.
- [25.](#) Shurkin, *Broken Genius*, s. 1876.
- [26.](#) Riordan, Hoddeson, *Crystal Fire*, s. 4, 137.
- [27.](#) Tamże, s. 139.
- [28.](#) Shurkin, *Broken Genius*, s. 1934.
- [29.](#) Shockley, *The Path to the Conception of the Junction Transistor*.
- [30.](#) Historia mówiona Brattaina, AIP.
- [31.](#) Riordan, Hoddeson, *Crystal Fire*, s. 148.
- [32.](#) Shockley, *The Path to the Conception of the Junction Transistor*.
- [33.](#) Tamże.
- [34.](#) Shockley, *The Invention of the Transistor*; Gertner, *The Idea Factory*, 1717.
- [35.](#) Wywiad z Brattainem, *Naming the Transistor*, PBS, 1999; wywiad z Pierce’em, PBS 1999.
- [36.](#) Mervin Kelly, *The First Five Years of the Transistor*, „Bell Telephone”, lato 1953.

- [37.](#) Historia mówiona Nicka Holonyaka, AIP, 23 marca 2005.
- [38.](#) Riordan, Hoddeson, *Crystal Fire*, s. 207; Mark Burgess, *Early Semiconductor History of Texas Instruments*, <https://sites.google.com/site/transistorhistory/Home/us-semiconductor-manufacturers/ti>.
- [39.](#) Przemówienie Gordona Teala, „Announcing the Transistor”, konferencja dotycząca strategicznych planów Texas Instruments, 17 marca 1980.
- [40.](#) Riordan, Hoddeson, *Crystal Fire*, s. 211; Instrukcja Regency TR1, <http://www.regencytr1.com/images/Owners%20Manual%20-%20TR-1G.pdf>.
- [41.](#) T.R. Reid, *The Chip*, Simon & Schuster, 1984 (podano lokalizację z wydania na Kindle), 2347.
- [42.](#) Strona internetowa z ciekawostkami na temat Regency, http://www.regencytr1.com/TRivia_CORNER.html.
- [43.](#) Historia mówiona Brattaina, AIP.
- [44.](#) List Johna Bardeena do Mervina Kelly’ego, 25 maja 1951; Ronald Kessler, *Absent to Creation*, „Washington Post”, 6 kwietnia 1997; Pines, *John Bardeen*.
- [45.](#) Gertner, *The Idea Factory*, 3059; Shurkin, *Broken Genius*, s. 2579.
- [46.](#) Riordan, Hoddeson, *Crystal Fire*, s. 231 i nast.
- [47.](#) Arnold Thackray, Minor Myers, *Arnold O. Beckman: One Hundred Years of Excellence*, t. 1, Chemical Heritage Foundation, 2000, s. 6.
- [48.](#) Walter Isaacson, *Steve Jobs*, tłum. Przemysław Bieliński, Michał Strąkow, Insignis, Kraków 2013, s. 30.
- [49.](#) Źródłem informacji dotyczących Doliny Krzemowej jest między innymi książka Leslie Berlin *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley*, Oxford, 2005 (podano lokalizację z wydania na Kindle), 1332 i nast. Berlin jest zatrudniona jako historyk w Silicon Valley Archives w Stanfordzie, pisze również książkę dotyczącą narodzin Doliny Krzemowej. Pozostałe wykorzystane materiały to: Rebecca Lowen, *Creating the Cold War University: The Transformation of Stanford*, University of California, 1997; Michael S. Malone, *The Intel Trinity: How Robert Noyce, Gordon Moore, and Andy Grove Built the World’s Most Important Company*, HarperBusiness, 2014; *Infinite Loop*, Doubleday, 1999; Michael S. Malone, *The Big Score: The Billion Dollar Story of Silicon Valley*, Doubleday, 1985; *The Valley of Heart’s Delight: A Silicon Valley Notebook, 1963–2001*, Wiley, 2002; Michael S. Malone, *Bill and Dave: How Hewlett and Packard Built the World’s Greatest Company*, Portfolio, 2007; Christophe Lécuyer, *Making Silicon Valley*, MIT, 2007; C. Stewart Gillmore, *Fred Terman at Stanford: Building a Discipline, a University, and Silicon Valley*, Princeton, 2005; Thomas Heinrich, *Cold War Armory: Military Contracting in Silicon Valley*, „Enterprise & Society”, 1 czerwca 2002; Steve Blank, *The Secret History of Silicon Valley*, <http://steveblank.com/secret->

[history/](#).

[50.](#) Berlin, *The Man Behind the Microchip*, 1246; Reid, *The Chip*, 1239. Poza tymi dwoma pozycjami i moimi wywiadami z Gordonem Moore'em i Andym Grove'em ustęp ten czerpie z: Shurkin, *Broken Genius*; Malone, *The Intel Trinity*; Tom Wolfe, *The Tinkerings of Robert Noyce*, „Esquire”, grudzień 1983; Bo Lojek, *History of Semiconductor Engineering*, Springer, 2007; notatniki i eksponaty z Computer History Museum; historia mówiona Roberta Noyce'a, prowadzenie Michael F. Wolff, IEEE History Center, 19 września 1975; historia mówiona Gordona Moore'a, prowadzenie Michael F. Wolff, IEEE History Center, 19 września 1975; historia mówiona Gordona Moore'a, prowadzenie Daniel Morrow, Computerworld Honors Program, 28 marca 2000; historia mówiona Gordona Moore'a i Jaya Lasta, prowadzenie David Brock, Christophe Lécuyer, Chemical Heritage Foundation, 20 stycznia 2006; historia mówiona Gordona Moore'a, prowadzenie Craig Addison, SEMI, 25 stycznia 2008; wywiad z Gordonem Moore'em przeprowadzony przez Jill Wolfson i Teo Cervantes, „San Jose Mercury News”, 26 stycznia 1997; Gordon Moore, *Intel: Memories and the Microprocessor*, „Daedalus”, wiosna 1966.

[51.](#) Shurkin, *Broken Genius*, s. 2980, informacje zaczerpnięte z: Fred Warshofsky, *The Chip War*, Scribner's Sons, 1989.

[52.](#) Berlin, *The Man Behind the Microchip*, 276.

[53.](#) Tamże, 432, 434.

[54.](#) Wolfe, *The Tinkerings of Robert Noyce*.

[55.](#) Wywiad z Robertem Noyce'em, *Silicon Valley*, PBS, 2013; Malone, *The Big Score*, s. 74.

[56.](#) Berlin, *The Man Behind the Microchip*, 552; Malone, *The Intel Trinity*, s. 81.

[57.](#) Leslie Berlin pisze, że tranzystory dotarły na uczelnię dopiero w 1950 roku, gdy Noyce ukończył już studia: „[Kierujący działem badań w Bellu] Buckley nie miał na zbyciu urządzeń, ale przesłał Gale'owi kopie kilku stworzonych w Bell Labs monografii technicznych dotyczących tranzystora. To właśnie za sprawą tych materiałów Noyce po raz pierwszy zetknął się z tym urządzeniem. W podręcznikach nie opisywano tranzystorów, a wbrew powszechnie panującej opinii Bell Labs przesłał Gale'owi tranzystor dopiero w okresie, w którym Noyce skończył już studiować” (*The Man Behind the Microchip*, 650). Berlin powołuje się tutaj na list wysłany przyjacielowi przez profesora Gale'a w marcu 1984 roku; w przypisie końcowym autorka stwierdza: „Gale wspomina o »dołączonym potwierdzeniu nadania [dotyczącym tranzystorów wysłanych Gale'owi przez Bardeena] datowanym na 6 marca 1950« (ten dokument został zgubiony)”. Doniesienia Berlin pozostają w sprzeczności ze wspomnieniami Noyce'a. Jego wypowiedź: „Gdy byłem na trzecim roku studiów [...] Grant Gale zdobył jeden z pierwszych tranzystorów ostrzowych”,

pochodzi z cytowanej powyżej historii mówionej opublikowanej we wrześniu 1975 roku przez IEEE History Center. Zamieszczony w „Esquire” artykuł Toma Wolfe’a ukazujący sylwetkę Noyce’a i stworzony na podstawie bezpośrednich rozmów autora z bohaterem tekstu, głosi: „Jesienią 1948 roku Gale otrzymał dwa spośród pierwszych tranzystorów, jakie kiedykolwiek powstały, a potem wygłosił pierwszy na świecie wykład na temat elektroniki półprzewodnikowej, w którym uczestniczyło [wliczając Noyce’a] osiemnaście osób studiujących fizykę na Grinnell College” (*The Tinkerings of Robert Noyce*). Reid, który tworząc książkę *The Chip*, robił użytek z wywiadów przeprowadzonych z Robertem Noyce’em w 1982 roku, napisał tam na stronie 1226: „Gale studiował razem z Johnem Bardeenem na Wydziale Inżynierii Uniwersytetu Wisconsin i dzięki zawartej wówczas przyjaźni był w stanie zdobyć jeden z pierwszych zbudowanych tranzystorów, a następnie zaprezentował go swoim studentom. To był niezapomniany wykład. »Ta idea wstrząsnęła mną niczym wybuch bomby atomowej« – wspominał czterdzieści lat później Noyce”. Bardeen i inni inżynierowie z Bell Labs rozesłali instytucjom akademickim wiele egzemplarzy tranzystorów – ta akcja rozpoczęła się w lipcu 1948 roku i była odpowiedzią na docierające do firmy prośby.

[58.](#) Reid, *The Chip*, 1266; Berlin, *The Man Behind the Microchip*, 1411.

[59.](#) Wywiad z Gordonem Moore’em, *Silicon Valley*, PBS, 2013.

[60.](#) Wywiad autora z Gordonem Moore’em.

[61.](#) Riordan, Hoddeson, *Crystal Fire*, s. 239.

[62.](#) Berlin, *The Man Behind the Microchip*, 1469.

[63.](#) Wywiad z Jayem Lastem, *Silicon Valley*, PBS, 2013.

[64.](#) Malone, *The Intel Trinity*, s. 107.

[65.](#) Wywiad z Jayem Lastem, *Silicon Valley*, PBS, 2013; Berlin, *The Man Behind the Microchip*, 1649; Riordan, Hoddeson, *Crystal Fire*, s. 246.

[66.](#) Berlin, *The Man Behind the Microchip*, 1641.

[67.](#) Shurkin, *Broken Genius*, s. 3118.

[68.](#) Wywiad autora z Gordonem Moore’em.

[69.](#) Historia mówiona Arnolda Beckmana, prowadzenie Jeffrey L. Sturchio, Arnold Thackray, Chemical Heritage Foundation, 23 lipca 1985.

[70.](#) Wywiady z Gordonem Moore’em i Jayem Lastem, *Silicon Valley*, PBS, 2013.

[71.](#) Wywiady z Regisem McKenną i Michaeliem Malone’em, *Silicon Valley*, PBS, 2013.

[72.](#) Berlin, *The Man Behind the Microchip*, 1852; wywiad autora z Arthurem Rockiem.

[73.](#) Wywiad autora z Arthurem Rockiem.

- [74.](#) Wywiad z Arthurem Rockiem, *Silicon Valley*, PBS, 2013; wywiad autora z Arthurem Rockiem oraz przedstawione przez niego dokumenty.
- [75.](#) *Multifarious Sherman Fairchild*, „Fortune”, maj 1960; *Yankee Tinkerer* (artykuł z okładki o Shermanie Fairchildzie), „Time”, 25 lipca 1960.

Rozdział 5. Układ scalony

- [1.](#) Poza źródłami wymienionymi poniżej ustęp ten czerpie z: Jack Kilby, *Turning Potentials into Realities*, przemówienie wygłoszone podczas ceremonii wręczenia Nagród Nobla, 8 grudnia 2000; Jack Kilby, *Invention of the Integrated Circuit*, „IEEE Transactions on Electron Devices”, lipiec 1976; T.R. Reid, *The Chip*, Simon & Schuster, 1984 (podano lokalizację z wydania na Kindle).
- [2.](#) Jack Kilby, esej biograficzny, Komitet Noblowski, 2000.
- [3.](#) Reid, *The Chip*, 954.
- [4.](#) Tamże, 921.
- [5.](#) Tamże, 1138.
- [6.](#) Leslie Berlin, *The Man Behind the Microchip*, Oxford, 2005 (podano lokalizację z wydania na Kindle), 2386. Notatniki wykorzystywane w laboratoriach Fairchild zachowały się do dziś i są prezentowane w Computer History Museum w Mountain View w stanie Kalifornia.
- [7.](#) Tamże, 2515.
- [8.](#) Historia mówiona Roberta Noyce’a, prowadzenie Michael F. Wolff, IEEE History Center, 19 września 1975.
- [9.](#) Reid, *The Chip*, 1336; historia mówiona Noyce’a, IEEE.
- [10.](#) Wpis z dziennika Roberta Noyce’a, 23 stycznia 1959, Computer History Museum, Mountain View, Kalifornia. Zdjęcie tej strony można znaleźć pod adresem <http://www.computerhistory.org/atchm/the-relics-of-st-bob/>.
- [11.](#) J.S. Kilby, *Capacitor for Miniature Electronic Circuits or the Like*, wniosek o udzielenie prawa ochronnego, który doprowadził do uzyskania patentu US 3434015 A, 6 lutego 1959; Reid, *The Chip*, 1464.
- [12.](#) R.N. Noyce, *Semiconductor Device-and-Lead Structure*, wniosek o udzielenie prawa ochronnego, który doprowadził do uzyskania patentu US 2981877, 30 lipca 1959; Reid, *The Chip*, 1440.
- [13.](#) Reid, *The Chip*, 1611 i nast.
- [14.](#) Noyce vs Kilby, Sąd Apelacyjny dla Cel i Patentów, 6 listopada 1969.
- [15.](#) Reid, *The Chip*, 1648.
- [16.](#) Historia mówiona Jacka Kilby’ego, prowadzenie Arthur L. Norberg, Instytut Charlesa Babbage’a, Uniwersytet Minnesoty, 21 czerwca 1984.
- [17.](#) Craig Matsumoto, *The Quiet Jack Kilby*, rubryka Valley Wonk, „Heavy Reading”,

23 czerwca 2005.

[18.](#) Reid, *The Chip*, 3755, 3775; Jack Kilby, przemówienie wygłoszone podczas ceremonii wręczenia Nagród Nobla, 8 grudnia 2000.

[19.](#) Paul Ceruzzi, *A History of Modern Computing*, MIT Press, 1998, s. 187.

[20.](#) Ceruzzi, *A History of Modern Computing*, rozdział 6.

[21.](#) Reid, *The Chip*, 2363, 2443.

[22.](#) Robert Noyce, *Microelectronics*, „Scientific American”, wrzesień 1977.

[23.](#) Gordon Moore, *Cramming More Components onto Integrated Circuits*, „Electronics”, kwiecień 1965.

[24.](#) Berlin, *The Man Behind the Microchip*, 3177.

[25.](#) Wywiad z Gordonem Moore’em, *American Experience: Silicon Valley*, PBS, 2013.

[26.](#) Wywiad autora z Gordonem Moore’em.

[27.](#) Berlin, *The Man Behind the Microchip*, 3529.

[28.](#) Wywiad autora z Arthurem Rockiem.

[29.](#) John Wilson, *The New Venturers*, Addison-Wesley, 1985, rozdział 2.

[30.](#) Wywiad autora z Arthurem Rockiem; David Kaplan, *The Silicon Boys*, Morrow, 1999, s. 165 i nast.

[31.](#) Wywiad autora z Arthurem Rockiem.

[32.](#) Tamże.

[33.](#) Michael S. Malone, *The Intel Trinity: How Robert Noyce, Gordon Moore, and Andy Grove Built the World’s Most Important Company*, HarperBusiness, 2014, s. 4, 8.

[34.](#) Berlin, *The Man Behind the Microchip*, 4393.

[35.](#) Andrew Grove, *Swimming Across*, Grand Central, 2001, s. 2. Ustęp ten bazuje również na wywiadach, które autor przeprowadził na przestrzeni lat z Grove’em, a także na następujących materiałach: Joshua Ramo, *Man of the Year: A Survivor’s Tale*, „Time”, 29 grudnia 1997; Richard Tedlow, *Andy Grove*, Portfolio, 2006.

[36.](#) Tedlow, *Andy Grove*, s. 92.

[37.](#) Tamże, s. 96.

[38.](#) Berlin, *The Man Behind the Microchip*, 129.

[39.](#) Wywiad z Andym Grove’em, *American Experience: Silicon Valley*, PBS, 2013.

[40.](#) Tedlow, *Andy Grove*, s. 74; historia mówiona Andy’ego Grove’a, prowadzenie Arnold Thackray, David C. Brock, Chemical Heritage Foundation, 14 lipca i 1 września 2004.

[41.](#) Wywiad autora z Arthurem Rockiem.

[42.](#) Wywiad z Michaellem Malone’em, *American Experience: Silicon Valley*, PBS,

2013.

- [43.](#) Berlin, *The Man Behind the Microchip*, 4400.
- [44.](#) Wywiad z Ann Bowers, *American Experience: Silicon Valley*, PBS, 2013.
- [45.](#) Wywiad z Tedem Hoffem, *American Experience: Silicon Valley*, PBS, 2013.
- [46.](#) Wolfe, *The Tinkerings of Robert Noyce*.
- [47.](#) Malone, *The Intel Trinity*, s. 115.
- [48.](#) Wywiad autora z Gordonem Moore'em.
- [49.](#) Malone, *The Intel Trinity*, s. 130.
- [50.](#) Wywiad z Ann Bowers, „American Experience”; wywiad autora z Ann Bowers.
- [51.](#) Reid, *The Chip*, 140; Malone, *The Intel Trinity*, s. 148.
- [52.](#) Wywiad z Tedem Hoffem, *American Experience: Silicon Valley*, PBS, 2013.
- [53.](#) Berlin, *The Man Behind the Microchip*, 4329.
- [54.](#) Tamże, 4720.
- [55.](#) Don Hoefler, *Silicon Valley USA*, „Electronic News”, 11 stycznia 1971.

Rozdział 6. Gry komputerowe

- [1.](#) Steven Levy, *Hackers*, Anchor/Doubleday, 1984 (podano lokalizację z wydania specjalnego na Kindle na dwudziestą piątą rocznicę publikacji, O'Reilly, 2010), 28. Ta ważna i zaliczana już do klasyki książka zaczyna się od szczegółowego opisu Tech Model Railroad Club działającego przy MIT. Levy opisuje w tym fragmencie „etykę hackerską”, która obejmuje następujące zasady: „Dostęp do komputerów – i wszystkiego, co może zapewnić ci wiedzę na temat funkcjonowania świata – powinien być nieograniczony i totalny. Zawsze trzymaj się imperatywu, który nakazuje zapoznawać się z tym, jak coś działa!”. Poza książką Levy'ego, wywiadami autora ze Steve'em Russellem i Stewartem Brandem oraz źródłami wymienionymi poniżej ustęp ten czerpie z: historia mówiona Steve'a Russella, prowadzenie Al Kossow, Computer History Museum, 9 sierpnia 2008; J. Martin Graetz, *The Origin of Spacewar*, „Creative Computing”, sierpień 1981; Stewart Brand, *Spacewar*, „Rolling Stone”, 7 grudnia 1972.
- [2.](#) Levy, *Hackers*, 7.
- [3.](#) *Definition of Hackers*, strona internetowa Tech Model Railroad Club, <http://tmrc.mit.edu/hackers-ref.html>.
- [4.](#) Brand, *Spacewar*.
- [5.](#) Graetz, *The Origin of Spacewar*.
- [6.](#) Historia mówiona Russella, Computer History Museum; Graetz, *The Origin of Spacewar*.
- [7.](#) Wywiad autora ze Steve'em Russellem.

- [8.](#) Graetz, *The Origin of Spacewar*.
- [9.](#) Brand, *Spacewar*.
- [10.](#) Wywiad autora ze Steve'em Russellem.
- [11.](#) Ustęp ten czerpie wywiadów autora z Nolanem Bushnellem, Alem Alcornem, Steve'em Jobsem (podczas zbierania materiały do książki *Steve Jobs*) i Steve'em Wozniakiem, a także z: Tristan Donovan, *Replay: The Story of Video Games*, Yellow Ant, 2010 (podano lokalizację z wydania na Kindle), Steven Kent, *The Ultimate History of Video Games: From Pong to Pokemon*, Three Rivers, 2001; Scott Cohen, *Zap! The Rise and Fall of Atari*, McGraw-Hill, 1984; Henry Lowood, *Videogames in Computer Space: The Complex History of Pong*, „IEEE Annals”, lipiec 2009; John Markoff, *What the Dormouse Said*, Viking, 2005 (podano lokalizację z wydania na Kindle); wywiad z Alem Alcornem, *Retro Gaming Roundup*, maj 2011; wywiad z Alem Alcornem przeprowadzony przez Cama Shea, „IGN”, 10 marca 2008.
- [12.](#) Kent, *The Ultimate History of Video Games*, s. 12.
- [13.](#) Wywiad autora z Nolanem Bushnellem.
- [14.](#) Przemówienie Nolana Bushnella do młodych przedsiębiorców, Los Angeles, 17 maja 2013 (zapiski autora).
- [15.](#) Donovan, *Replay*, 429.
- [16.](#) Tamże, 439.
- [17.](#) Eddie Adlum, cytata za: Kent, *The Ultimate History of Video Games*, s. 42.
- [18.](#) Kent, *The Ultimate History of Video Games*, s. 45.
- [19.](#) Wywiad autora z Nolanem Bushnellem.
- [20.](#) Tamże.
- [21.](#) Wywiad autora z Alem Alcornem.
- [22.](#) Donovan, *Replay*, 520.
- [23.](#) Wywiady autora z Nolanem Bushnellem i Alem Alcornem. Ta opowieść pojawia się również w bardzo podobnej w formie w innych przekazach, często wzbogacona o kilka ozdobników.
- [24.](#) Wywiad autora z Nolanem Bushnellem.
- [25.](#) Przemówienie Nolana Bushnella do młodych przedsiębiorców, Los Angeles, 17 maja 2013.
- [26.](#) Wywiad autora z Nolanem Bushnellem.
- [27.](#) Donovan, *Replay*, 664.
- [28.](#) Wywiad autora z Nolanem Bushnellem.

Rozdział 7. Internet

- [1.](#) Źródłem informacji o Vannevarze Bushu były następujące materiały: Vannevar

Bush, *Pieces of the Action*, Morrow, 1970; Pascal Zachary, *Endless Frontier: Vannevar Bush, Engineer of the American Century*, MIT, 1999; *Yankee Scientist*, temat numeru z czasopisma „Time”, 3 kwietnia; Jerome Wiesner, *Vannevar Bush: A Biographical Memoir*, National Academy of Sciences, 1979; James Nyce, Paul Kahn (red.), *From Memex to Hypertext: Vannevar Bush and the Mind's Machine*, Academic Press, 1992; Jennet Conant, *Tuxedo Park*, Simon & Schuster, 2002; historia mówiona Vannevara Busha, American Institute of Physics, 1964.

[2.](#) Wiesner, *Vannevar Bush*.

[3.](#) Zachary, *Endless Frontier*, s. 23.

[4.](#) *Yankee Scientist*, „Time”.

[5.](#) Tamże.

[6.](#) Bush, *Pieces of the Action*, s. 41.

[7.](#) Wiesner, *Vannevar Bush*.

[8.](#) Vannevar Bush, *Science, the Endless Frontier*, National Science Foundation, lipiec 1945, s. vii.

[9.](#) Tamże, s. 10.

[10.](#) Bush, *Pieces of Action*, 65

[11.](#) Joseph V. Kennedy, *The Sources and Uses of U.S. Science Funding*, „The New Atlantis”, lato 2012.

[12.](#) Mitchell Waldrop, *The Dream Machine. J.C.R. Licklider and the Revolution That Made Computing Personal*, Penguin, 2001, s. 470. Pozostałe źródła, z których czerpie ten ustęp, to wywiady autora z Tracym Lickliderem (synem naukowca), Larrym Robertsem i Bobem Taylorem, a także następujące materiały: Katie Hafner, Matthew Lyon, *Where Wizards Stay Up Late: The Origins of the Internet*, Simon & Schuster, 1998; historia mówiona J.C.R. Licklidera, prowadzenie William Aspray, Arthur Norberg, Instytut Charlesa Babbage’a, Uniwersytet Minnesoty, 28 października 1988; wywiad z J.C.R. Lickliderem przeprowadzony przez Jamesa Pelkey’ego, *A History of Computer Communications*, 28 czerwca 1988 (materiał Pelkeya jest dostępny wyłącznie w internecie pod adresem <http://www.historyofcomputercommunications.info/Individuals/LickliderJCR/InterviewJCRLicklider.html>); Robert M. Fano, *Joseph Carl Robnett Licklider 1915–1990, a Biographical Memoir*, National Academies Press, 1998.

[13.](#) Historia mówiona Licklidera, Instytut Charlesa Babbage’a.

[14.](#) Norbert Wiener, *A Scientist's Dilemma in a Materialistic World*, 1957, w: *Collected Works*, t. 4, MIT, 1984, s. 709.

[15.](#) Wywiad autora z Tracym Lickliderem.

[16.](#) Tamże.

- [17.](#) Waldrop, *The Dream Machine*, s. 237.
- [18.](#) Bob Taylor, *In Memoriam: J.C.R. Licklider*, 7 sierpnia 1990, Digital Equipment Corporation.
- [19.](#) Wywiad z J.C.R. Lickliderem przeprowadzony przez Johna A.N. Lee i Roberta Rosina, *The Project MAC Interviews*, „IEEE Annals of the History of Computing”, kwiecień 1992.
- [20.](#) Wywiad autora z Bobem Taylorem.
- [21.](#) Historia mówiona Licklidera, Instytut Charlesa Babbage’a.
- [22.](#) J.C.R. Licklider, *Man-Computer Symbiosis*, „IRE Transactions on Human Factors in Electronics”, marzec 1960, <http://groups.csail.mit.edu/medg/people/psz/Licklider.html>.
- [23.](#) David Walden, Raymond Nickerson (red.), *A Culture of Innovation: Insider Accounts of Computing and Life at BBN*, nakład własny, Harvard Book Store, 2011, zob.: <http://walden-family.com/bbn/>.
- [24.](#) Historia mówiona Licklidera, Instytut Charlesa Babbage’a.
- [25.](#) J.C.R. Licklider, *Libraries of the Future*, MIT, 1965, s. 53.
- [26.](#) Tamże, s. 4.
- [27.](#) Sherman Adams, *Firsthand Report*, Harper, 1961, s. 415; Hafner, Lyon, *Where Wizards Stay Up Late*, s. 17.
- [28.](#) Wywiad z Jamesem Killianem, *War and Peace*, „WBGH”, 18 kwietnia 1986; James Killian, *Sputnik, Scientists, and Eisenhower*, MIT, 1982, s. 20.
- [29.](#) Fred Turner, *From Counterculture to Cyberculture*, Chicago University, 2006, s. 108.
- [30.](#) Historia mówiona Licklidera, Instytut Charlesa Babbage’a.
- [31.](#) Wywiad z J.C.R. Lickliderem przeprowadzony przez Jamesa Pelkey’ego; zob. też: James Pelkey, *Entrepreneurial Capitalism and Innovation*, [http://www.historyofcomputercommunications.info/Book/2/2.1-IntergalacticNetwork 1962-1964.html# ftn1](http://www.historyofcomputercommunications.info/Book/2/2.1-IntergalacticNetwork%201962-1964.html#ftn1).
- [32.](#) J.C.R. Licklider, *Memorandum for Members and Affiliates of the Intergalactic Computer Network*, ARPA, 23 kwietnia 1963. Zob. też: J.C.R. Licklider, Welden Clark, *Online Man-Computer Communications*, „Proceedings of AIEE-IRE”, wiosna 1962.
- [33.](#) Wywiad autora z Bobem Taylorem.
- [34.](#) Wywiad autora z Larrym Robertsem.
- [35.](#) Historia mówiona Boba Taylora, Computer History Museum, 2008; wywiad autora z Bobem Taylorem.
- [36.](#) Michael Hiltzik, *Dealers of Lightning*, Harper, 1999 (podano lokalizację

z wydania na Kindle), 536, 530.

[37.](#) Wywiad autora z Bobem Taylorem.

[38.](#) Tamże.

[39.](#) Historia mówiona Boba Taylora, Computer History Museum; wywiad autora z Bobem Taylorem; Hafner, Lyon, *Where Wizards Stay Up Late*, s. 86.

[40.](#) Hafner, Lyon, *Where Wizards Stay Up Late*, s. 591 – tam znajduje się najpełniejszy opis tego spotkania. Zob. też: Hiltzik, *Dealers of Lightning*, s. 1120; historia mówiona Leonarda Kleinrocka, *How the Web Was Won*, „Vanity Fair”, lipiec 2008.

[41.](#) Wywiad z Charlesem Herzfeldem przeprowadzony przez Andreu Veà, *The Unknown History of the Internet*, 2010, <http://www.computer.org/comphistory/pubs/2010-11-vea.pdf>.

[42.](#) Wywiad autora z Bobem Taylorem.

[43.](#) Wywiad autora z Larrym Robertsem.

[44.](#) Tamże.

[45.](#) Podobnie jak opowieść o tym, jak Herzfeld po dwudziestominutowej rozmowie zgodził się wyłożyć środki na budowę sieci ARPANET, historia zabiegów Taylora mających na celu sprowadzenie Roberta do Waszyngtonu również była opowiadana wiele razy. Przedstawiona tu wersja bazuje na wywiadach autora z Taylorem i Robertsem oraz następujących źródłach: Hafner, Lyon, *Where Wizards Stay Up Late*, s. 667; Stephen Segaller, *Nerds 2.0.1*, TV Books, 1998, s. 47; historia mówiona Taylora, Computer History Museum; Larry Roberts, *The Arpanet and Computer Networks*, „Proceedings of the ACM Conference on the History of Personal Workstations”, 9 stycznia 1986.

[46.](#) Wywiad autora z Bobem Taylorem.

[47.](#) Tamże.

[48.](#) Wywiad autora z Larrym Robertsem.

[49.](#) Historia mówiona Roberta, Instytut Charlesa Babbage’a.

[50.](#) Wywiad autora z Bobem Taylorem.

[51.](#) Janet Abbate, *Inventing the Internet*, MIT, 1999, s. 1012; historia mówiona Roberta, Instytut Charlesa Babbage’a.

[52.](#) Wywiad Judy O’Neill z Wesem Clarkiem, Instytut Charlesa Babbage’a, 3 maja 1990.

[53.](#) Istnieje kilka różnych wersji tej opowieści – według niektórych z nich panowie jechali taksówką. Bob Taylor upiera się, że był to wynajęty przez niego samochód. Źródła: wywiady autora z Bobem Taylorem i Larrym Robertsem; historia mówiona Roberta Taylora, prowadzenie Paul McJones, Computer History Museum, październik

2008; Hafner, Lyon, *Where Wizards Stay Up Late*, s. 1054; Segaller, *Nerds*, s. 62.

[54.](#) Wywiad autora z Vintem Cerfem.

[55.](#) Paul Baran, *On Distributed Computer Networks*, „IEEE Transactions on Communications Systems”, marzec 1964. Fragment dotyczący Barana bazuje na: John Naughton, *A Brief History of the Future*, Overlook, 2000, rozdział 6; Abbate, *Inventing the Internet*, s. 314 i nast.; Hafner, Lyon, *Where Wizards Stay Up Late*, s. 723, 1119.

[56.](#) Wywiad z Paulem Baranem, w: James Pelkey, *Entrepreneurial Capitalism and Innovation*, http://www.historyofcomputercommunications.info/Book/2/2.4-Paul%20Baran-59-65.html#_ftn9.

[57.](#) Historia mówiona Paula Barana, *How the Web Was Won*, „Vanity Fair”, lipiec 2008; wywiad z Paulem Baranem przeprowadzony przez Stewarta Branda, „Wired”, marzec 2001; historia mówiona Paula Barana, prowadzenie David Hochfelder, IEEE History Center, 24 października 1999; Clayton Christensen, *The Innovator's Dilemma*, Harper, 1997.

[58.](#) Donald Davies, *A Historical Study of the Beginnings of Packet Switching*, „Computer Journal”, British Computer Society, 2001; Abbate, *Inventing the Internet*, s. 558; wywiad autora z Larrym Robertsem; Trevor Harris, *Who Is the Father of the Internet? The Case for Donald Davies*, http://www.academia.edu/378261/Who_is_the_Father_of_the_Internet_The_Case_for_Donald_Davies.

[59.](#) Wywiad autora z Leonardem Kleinrockiem; historia mówiona Leonarda Kleinrocka, prowadzenie John Vardalas, IEEE History Center, 21 lutego 2004.

[60.](#) Wywiad autora z Leonardem Kleinrockiem.

[61.](#) Historia mówiona Kleinrocka, IEEE.

[62.](#) Segaller, *Nerds*, s. 34.

[63.](#) Wywiady autora z Leonardem Kleinrockiem i Larrym Robertsem; zob. też: Hafner i Lyon, *Where Wizards Stay Up Late*, s. 1009; Segaller, *Nerds*, s. 53.

[64.](#) Leonard Kleinrock, *Information Flow in Large Communications Nets*, konspekt pracy doktorskiej, MIT, 31 maja 1961. Zob. też: Leonard Kleinrock, *Communication Nets: Stochastic Message Flow and Design*, McGraw-Hill, 1964.

[65.](#) Strona internetowa Leonarda Kleinrocka, <http://www.lk.cs.ucla.edu/index.html>.

[66.](#) Leonard Kleinrock, *Memoirs of the Sixties*, w: Peter Salus, *The ARPANET Sourcebook*, Peer-to-Peer, 2008, s. 96.

[67.](#) Wywiad z Leonardem Kleinrockiem, *Computing Now*, IEEE Computer Society, 1996. Wypowiedź Kleinrocka jest cytowana przez Petera Salusa w: *Casting the Net*, Addison-Wesley, 1995, s. 52: „Byłem pierwszą osobą, która podjęła się omówienia

wzrostu wydajności wynikającego z komutacji pakietów”.

[68.](#) Wywiad autora z Bobem Taylorem.

[69.](#) Wywiad autora z Leonardem Kleinrockiem.

[70.](#) Donald Davies, *A Historical Study of the Beginnings of Packet Switching*, „Computer Journal”, British Computer Society, 2001.

[71.](#) Alex McKenzie, *Comments on Dr. Leonard Kleinrock's Claim to Be 'the Father of Modern Data Networking'*, 16 sierpnia 2009, <http://alexmckenzie.weebly.com/comments-on-kleinrocks-claims.html>.

[72.](#) Katie Hafner, *A Paternity Dispute Divides Net Pioneers*, „New York Times”, 8 listopada 2001; Lee Earnest, *Birthing the Internet*, „New York Times”, 22 listopada 2001. Earnest zaciera rozróżnienie między systemem store and forward a rozwiązaniem wykorzystującym komutację pakietów.

[73.](#) Leonard Kleinrock, *Principles and Lessons in Packet Communications*, „Proceedings of the IEEE”, listopad 1978.

[74.](#) Historia mówiona Leonarda Kleinrocka, Instytut Charlesa Babbage’a, 3 kwietnia 1990.

[75.](#) Leonard Kleinrock, *On Resource Sharing in a Distributed Communication Environment*, „IEEE Communications Magazine”, maj 2002. Roszczenia Kleinrocka wsparł jego jeden lojalny stronnik – wieloletni przyjaciel, towarzysz wypraw do kasyn oraz dobry kolega, Larry Roberts. „Jeżeli przeczytasz książkę Lena z 1964, staje się jasne, że dzielił pliki na mniejsze wiadomości” – powiedział mi Roberts w 2014. Niemniej jednak we wcześniejszych latach Roberts – podobnie jak Kleinrock – przypisywał najistotniejsze zasługi związane ze stworzeniem komutacji pakietów Baranowi. Roberts napisał w 1978 roku: „Pierwszym opublikowanym opisem tego, co nazywamy dziś komutacją pakietów, była jedenastotomowa analiza, *On Distributed Communications*, stworzona w sierpniu 1964 w RAND Corporation przez Paula Barana”. Zob.: Lawrence Roberts, *The Evolution of Packet Switching*, „Proceedings of the IEEE”, listopad 1978.

[76.](#) Historia mówiona Paula Barana, *How the Web Was Won*, „Vanity Fair”, lipiec 2008.

[77.](#) Wywiad z Paulem Baranem przeprowadzony przez Stewarta Branda.

[78.](#) Paul Baran, *Introduction to Distributed Communications Networks*, RAND 1964, http://www.rand.org/pubs/research_memoranda/RM3420/RM3420-chapter1.html.

[79.](#) Segaller, *Nerds*, s. 70.

[80.](#) Wywiad autora z Bobem Taylorem. Byłem redaktorem „Time’a” i pamiętam tę dyskusję.

- [81.](#) Mitchell Waldrop, *The Dream Machine*, s. 279.
- [82.](#) Stephen Lukasik, *Why the ARPANET Was Built*, „IEEE Annals of the History of Computing”, marzec 2011; historia mówiona Stephena Lukasika, prowadzenie Judy O’Neill, Instytut Charlesa Babbage’a, 17 października 1991.
- [83.](#) Charles Herzfeld, *On ARPANET and Computers*, b.d., http://inventors.about.com/library/inventors/bl_Charles_Herzfeld.htm.
- [84.](#) *A Brief History of the Internet*, Internet Society, 15 października 2012, <http://www.internetsociety.org/internet/what-internet/history-internet/brief-history-internet>.
- [85.](#) NSFNET: *A Partnership for High-Speed Networking: Final Report*, 1995, http://www.merit.edu/documents/pdf/nsfnet/nsfnet_report.pdf.
- [86.](#) Wywiad autora ze Steve’em Crockerem.
- [87.](#) Wywiad autora z Leonardem Kleinrockiem.
- [88.](#) Wywiad autora z Bobem Taylorem.
- [89.](#) Wywiad autora z Vintem Cerfem; Radia Joy Perlman, *Network Layer Protocols with Byzantine Robustness*, praca doktorska, MIT, 1988, <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/14403>.
- [90.](#) Abbate, *Inventing the Internet*, s. 180.
- [91.](#) Wywiad autora z Bobem Taylorem.
- [92.](#) Wywiad z Larrym Robertsem przeprowadzony przez Jamesa Pelkeya, http://www.historyofcomputercommunications.info/Book/2/2.9-BoltBeranekNewman-WinningBid-68%20.html#_ftn26.
- [93.](#) Hafner, Lyon, *Where Wizards Stay Up Late*, s. 1506 i nast.
- [94.](#) Pelkey, *A History of Computer Communications*, <http://www.historyofcomputercommunications.info/index.html>, 2.9; Hafner, Lyon, *Where Wizards Stay Up Late*, s. 1528.
- [95.](#) Opowieść o RFC Steve’a Crockera krąży w wielu wersjach. Ten wariant bazuje na moich wywiadach ze Steve’em Crockerem, Vintem Cerfem i Leonardem Kleinrockiem; wykorzystałem tu także następujące materiały: Hafner, Lyon, *Where Wizards Stay Up Late*, s. 2192 i nast.; Abbate, *Inventing the Internet*, s. 1330 i nast.; historia mówiona Stephena Crockera, prowadzenie Judy E. O’Neill, Instytut Charlesa Babbage’a, Uniwersytet Minnesoty, 24 października 1991; Stephen Crocker, *How the Internet Got Its Rules*, „New York Times”, 6 kwietnia 2009; Cade Metz, *Meet the Man Who Invented the Instructions for the Internet*, „Wired”, 18 maja 2012; Steve Crocker, *The Origins of RFCs*, w: *The Request for Comments Guide*, RFC 1000, sierpień 1987, <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1000.txt>; Steve Crocker, *The First Pebble: Publication of RFC 1*, RFC 2555, 7 kwietnia 1999.

- [96.](#) Wywiad autora ze Steve'em Crockerem.
- [97.](#) Crocker, *How the Internet Got Its Rules*.
- [98.](#) Stephen Crocker, *Host Software*, RFC 1, 7 kwietnia 1969, <http://tools.ietf.org/html/rfc1>.
- [99.](#) Crocker, *How the Internet Got Its Rules*.
- [100.](#) Vint Cerf, *The Great Conversation*, RFC 2555, 7 kwietnia 1999, <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc2555.txt>.
- [101.](#) *The IMP Log: October 1969 to April 1970*, Kleinrock Center for Internet Studies, UCLA, <http://internethistory.ucla.edu/the-imp-log-october-1969-to-april-1970/>; Segaller, *Nerds*, s. 92; Hafner, Lyon, *Where Wizards Stay Up Late*, s. 2336.
- [102.](#) Historia mówiona Vinta Cerfa, prowadzenie Daniel Morrow, Computerworld Honors Program, 21 listopada 2001; Hafner, Lyon, *Where Wizards Stay Up Late*, s. 2070 i nast.; Abbate, *Inventing the Internet*, s. 127 i nast.
- [103.](#) Historia mówiona Cerfa, Computerworld Honors Program.
- [104.](#) Historia mówiona Roberta Kahna, prowadzenie Michael Geselowitz, IEEE History Center, 17 lutego 2004.
- [105.](#) Historia mówiona Vinta Cerfa, prowadzenie Judy O'Neill, Instytut Charlesa Babbage'a, 24 kwietnia 1990; Vint Cerf, *How the Internet Came to Be*, listopad 1993, <http://www.netvalley.com/archives/mirrors/cerf-how-inet.html>.
- [106.](#) Historia mówiona Roberta Kahna, prowadzenie David Allison, Computerworld Honors Program, 20 kwietnia 1995.
- [107.](#) *The Poems*, RFC 1121, wrzesień 1989.
- [108.](#) Wywiad autora z Vintem Cerfem.
- [109.](#) Hafner, Lyon, *Where Wizards Stay Up Late*, s. 1163.
- [110.](#) David D. Clark, *A Cloudy Crystal Ball*, MIT Laboratory for Computer Science, lipiec 1992, http://groups.csail.mit.edu/ana/People/DDC/future_ietf_92.pdf.
- [111.](#) J.C.R. Licklider, Robert Taylor, *The Computer as a Communication Device*, „Science and Technology”, kwiecień 1968.

Rozdział 8. Komputery osobiste

- [1.](#) Vannevar Bush, *As We May Think*, „Atlantic”, lipiec 1945.
- [2.](#) Dave Ahl, który uczestniczył w tym spotkaniu, wyznał: „Stało na tym, że Ken Olsen musiał podjąć decyzję. Nigdy nie zapomnę jego słów: »Zupełnie nie rozumiem, dlaczego ktokolwiek mógłby chcieć posiadać własny komputer«. To nas zgubiło”. John Anderson, *Dave Tells Ahl*, „Creative Computing”, listopad 1984. W obronie Olsena staje: <http://www.snopes.com/quotes/kenolsen.asp>, ale artykuł ten nie komentuje wypowiedzi Ahla, który twierdzi, że Olsen wyraził powyższą opinię w rozmowie z podwładnymi na temat tego, czy warto opracować osobistą wersję

PDP-8.

3. W 1995 roku Stewart Brand napisał dla „Time’a” esej *We Owe it All to the Hippies*, który sam mu zleciłem. Podkreślał on rolę kontrkultury w historii komputera osobistego. Rozdział ten czerpie również z pięciu dobrze opracowanych i odkrywczych książek na temat wpływu kontrkultury na przebieg rewolucji komputerów osobistych: Steven Levy, *Hackers*, Anchor/Doubleday, 1984 (numery stron odnoszą się do wznowienia z okazji dwudziestej piątej rocznicy powstania oryginału, O’Reilly, 2010); Paul Freiberger, Michael Swaine, *Fire in the Valley*, Osborne, 1984; John Markoff, *What the Dormouse Said*, Viking, 2005 (numery odnoszą się do lokalizacji z wydania na czytnik Kindle); Fred Turner, *From Counterculture to Cyberculture*, University of Chicago, 2006; Theodore Roszak, *From Satori to Silicon Valley*, Don’t Call It Frisco Press, 1986.

4. Post Lizy Loop do mojego brudnopisu udostępnionego na Medium i mail do mnie, 2013.

5. Post Lee Felsensteina do mojego brudnopisu udostępnionego na Medium, 2013. Zob. też: *More Than Just Digital Quilting*, „Economist”, 3 grudnia 2011; Victoria Sherrow, *Huskings, Quiltings, and Barn Raisings: Work-Play Parties in Early America*, Walker, 1992.

6. Plakaty i programy prób kwasu w: Phil Lesh, *The Acid Test Chronicles*, <http://www.postertrip.com/public/5586.cfm>; Tom Wolfe, *Próba Kwasu w Elektrycznej Oranżadzie*, tłum. Richard Bialy, Tomasz Tłuczkiewicz, Iskry, Warszawa 1995.

7. Turner, *From Counterculture to Cyberculture*, s. 29, w: Lewis Mumford, *Myth of the Machine*, Harcourt, Brace, 1967, s. 3.

8. Markoff, *What the Dormouse Said*, 165.

9. Charles Reich, *The Greening of America*, Random House, 1970, s. 5.

10. Wywiad autora z Kenem Goffmanem, (pseudonim R.U. Sirius); Mark Dery, *Escape Velocity: Cyberculture at the End of the Century*, Grove, 1966, s. 22; Timothy Leary, *Cyberpunks CyberFreedom*, Ronin, 2008, s. 170.

11. Pierwsze, limitowane wydanie ukazało się nakładem Communication Company, San Francisco 1967.

12. Artykuł Branda ukazał się w specjalnym wydaniu „Time’a” z marca 1995 roku pod tytułem *Cyberspace*. Była to kontynuacja tematu zapoczątkowanego w wydaniu z 8 lutego 1993 roku, którego okładka reklamowała artykuł Phila Elmera-Dewitta pod tytułem *Cyberpunks*, również analizującego kontrkulturowe wpływy na komputery, usługi sieciowe w rodzaju The WELL i internet.

13. Ustęp ten czerpie z: wywiady autora ze Stewartem Brandem; Stewart Brand, ‘Whole Earth’ Origin,

1976, http://sb.longnow.org/SB_homepage/WholeEarth_buton.html; Turner, *From Counterculture to Cyberculture*; Markoff, *What the Dormouse Said*. Turner w swojej książce skupia się na Brandzie.

14. Wywiad autora ze Stewartem Brandem; publiczne komentarze Stewarta Branda do wczesnej wersji rozdziału opublikowanej na Medium.com.

15. Stewart Brand, *Spacewar: Fanatic Life and Symbolic Death among the Computer Bums*, „Rolling Stone”, 7 grudnia 1972.

16. Komentarze Stewarta Branda do brudnopisu upublicznionego na Medium; wywiady ze Stewartem Brandem i maile Branda do autora, 2013; plakat i programy Festiwalu

Trips

z: <http://www.postertrip.com/public/5577.cfm> i http://www.lysergia.com/MerryPranksters/MerryPranksters_post.htm; Wolfe, *Próba Kwasu w Elektrycznej Oranżadzie*.

17. Turner, *From Counterculture to Cyberculture*, s. 67.

18. Wywiad autora ze Stewartem Brandem; Brand, ‘Whole Earth’ Origin.

19. Brand, ‘Whole Earth’ Origin; wywiad autora ze Stewartem Brandem.

20. „Whole Earth Catalog”, jesień 1968, <http://www.wholeearth.com/>.

21. Wywiad autora z Lee Felsensteinem.

22. Najlepszy opis działalności Engelbarta znajduje się u Thierry’ego Bardiniego w: *Bootstrapping: Douglas Engelbart, Coevolution, and the Origins of Personal Computing*, Stanford, 2000. Ustęp ten czerpie również z: historia mówiona Douglasa Engelbarta (4 nagrania), prowadzenie Judy Adams, Henry Lowood, Uniwersytet Stanforda,

<http://www-sul.stanford.edu/depts/hasrg/histsci/ssvorall/engelbart/start1.html>; historia mówiona Douglasa Engelbarta, prowadzenie Jon Eklund, Insytut Smithsona, 4 maja 1994; szkic biograficzny z 1986 roku autorstwa córki Engelbarta, Christiny Engelbart, pod tytułem *A Lifetime Pursuit*, <http://www.doungengelbart.org/history/engelbart.html#10a>; seria wspomnień kolegów i przyjaciół, *Tribute to Doug Engelbart* <http://tribute2doug.wordpress.com/>; wywiady z Douglasem Engelbartem, w: Valerie Landau, Eileen Clegg, *The Engelbart Hypothesis: Dialogs with Douglas Engelbart*, Next Press, 2009, i <http://engelbartbookdialogues.wordpress.com/>; strona The Doug Engelbart Archives (zawierająca liczne klipy wideo i wywiady), <http://doungengelbart.org/library/engelbart-archives.html>; Susan Barnes, *Douglas Carl Engelbart: Developing the Underlying Concepts for Contemporary Computing*, „IEEE Annals of the History of Computing”, lipiec 1997; Markoff, *What the Dormouse Said*, 417; Turner, *From Counterculture to Cyberculture*, s. 110; Bardini, *Bootstrapping*, s. 138.

23. Historia mówiona Douglasa Engelbarta, Uniwersytet Stanforda, wywiad 1, 19 grudnia 1986.

- [24.](#) Przedruk w „Life” z 10 września 1945 roku ozdabiał szereg ilustracji przedstawiających proponowany memex. (W numerze tym znalazły się też zdjęcia lotnicze Hiroszimy po zrzuconiu bomby atomowej).
- [25.](#) Historia mówiona Douglasa Engelbarta, Instytut Smithsona.
- [26.](#) Historia mówiona Douglasa Engelbarta, Uniwersytet Stanforda, wywiad 1.
- [27.](#) Landau, Clegg, *The Engelbart Hypothesis*.
- [28.](#) Historia mówiona Douglasa Engelbarta, Uniwersytet Stanforda.
- [29.](#) Cytat za: Nilo Lindgren, *Toward the Decentralized Intellectual Workshop*, „Innovation”, sierpień 1971, w: Howard Rheingold, *Tools for Thought*, MIT, 2000, s. 178. Zob. też: Steven Levy, *Insanely Great*, Viking, 1994, s. 36.
- [30.](#) Historia mówiona Douglasa Engelbarta, Uniwersytet Stanforda, wywiad 3, 4 marca 1987.
- [31.](#) Douglas Engelbart, *Augmenting Human Intellect* – na zlecenie dyrektora działu informatycznego Air Force Office of Scientific Research, październik 1962.
- [32.](#) Douglas Engelbart do Vannevara Busha, 24 maja 1962, materiały archiwalne z MIT/Brown Vannevar Bush Symposium, <http://www.dougelbart.org/events/vannevar-bush-symposium.html>.
- [33.](#) Historia mówiona Douglasa Engelbarta, Uniwersytet Stanforda, wywiad 2, 14 stycznia 1987.
- [34.](#) Wywiad autora z Bobem Taylorem.
- [35.](#) Historia mówiona Engelbarta, Uniwersytet Stanforda, wywiad 3.
- [36.](#) Valerie Landau, Eileen Clegg, *Engelbart on the Mouse and Keyset*, w: *The Engelbart Hypothesis*; William English, Douglas Engelbart, Melvyn Berman, *Display Selection Techniques for Text Manipulation*, „IEEE Transactions on Human-Factors in Electronics”, marzec 1967.
- [37.](#) Historia mówiona Engelbarta, Uniwersytet Stanforda, wywiad 3.
- [38.](#) Landau, Clegg, *Mother of All Demos*, w: *The Engelbart Hypothesis*.
- [39.](#) Zapis wideo z *Mother of All Demos* można obejrzeć pod adresem <http://sloan.stanford.edu/MouseSite/1968Demo.html#complete>. Ustęp ten czerpie również z: Landau, Clegg, *Mother of All Demos*, w: *The Engelbart Hypothesis*.
- [40.](#) Rheingold, *Tools for Thought*, s. 190.
- [41.](#) Wywiad autora ze Stewartem Brandem; zapis wideo z *Mother of All Demos*.
- [42.](#) Markoff, *What the Dormouse Said*, 2734. John Markoff znalazł sprawozdanie z demonstracji Lesa Earnesta w archiwach mikrofilmowych Uniwersytetu Stanforda. Książka Markoffa dobrze analizuje różnice pomiędzy intelektem rozszerzonym a sztuczną inteligencją.

[43.](#) Markoff, *What the Dormouse Said*, 2838.

[44.](#) Wywiad autora z Alanem Kayem. Kay przeczytał fragmenty tej książki i zgłosił komentarze oraz propozycje poprawek. Ustęp ten czerpie również z: Alan Kay, *The Early History of Smalltalk*, „ACM SIGPLAN Notices”, marzec 1993; Michael Hiltzik, *Dealers of Lightning*, Harpe, 1999 (podano lokalizację z wydania na Kindle), rozdział 6.

[45.](#) Wywiad autora z Alanem Kayem; Landau, Clegg, *Reflections by Fellow Pioneers*, w: *The Engelbart Hypothesis*; wypowiedź Alana Kaya podczas panelu z okazji trzydziestej rocznicy *Mother of All Demos*, z archiwum internetowego https://archive.org/details/XD1902_1EngelbartsUnfinishedRev30AnnSes2. Zob. też: Paul Spinrad, *The Prophet of Menlo Park*, http://coe.berkeley.edu/news-center/publications/forefront/archive/copy_of_forefront-fall-2008/features/the-prophet-of-menlo-park-douglas-engelbart-carries-on-his-vision. Po przeczytaniu wczesnego brudnopisu tej książki Kay wyjaśnił mi znaczenie pewnych swoich wcześniejszych wypowiedzi i odpowiedzi na moje pytania, na podstawie czego zmieniłem treść kilku cytatów.

[46.](#) Cathy Lazere, *Alan C. Kay: A Clear Romantic Vision*, 1994, <http://www.cs.nyu.edu/courses/fall04/G22.2110-001/kaymini.pdf>.

[47.](#) Wywiad autora z Alanem Kayem. Zob. też: Alan Kay, *The Center of Why*, wykład z okazji zdobycia Nagrody Kioto, 11 listopada 2004.

[48.](#) Wywiad autora z Alanem Kayem; Ivan Sutherland, *Sketchpad*, praca doktorska, MIT, 1963; Howard Rheingold, *Inventing the Future with Alan Kay*, The WELL, <http://www.well.com/user/hlr/texts/Alan%20Kay>.

[49.](#) Hiltzik, *Dealers of Lightning*, 1895; korespondencja mailowa autora z Alanem Kayem.

[50.](#) Wypowiedź Alana Kaya podczas panelu z okazji trzydziestej rocznicy *Mother of All Demos*; Kay, *The Early History of Smalltalk*.

[51.](#) Kay, *The Early History of Smalltalk*.

[52.](#) Tamże. (Obejmuje wszystkie cytaty z poprzednich akapitów).

[53.](#) John McCarthy, *The Home Information Terminal – A 1970 View*, 1 czerwca 2000, <http://www-formal.stanford.edu/jmc/hoter2.pdf>.

[54.](#) Markoff, *What the Dormouse Said*, 4535.

[55.](#) Tamże, 2381.

[56.](#) Poza wymienionymi powyżej cytatami z *Dealers of Lightning* Hiltzika i *The Early History of Smalltalk* Kaya ustęp ten czerpie z: Douglas Smith, Robert Alexander, *Fumbling the Future: How Xerox Invented, Then Ignored, the First Personal Computer*, Morrow, 1988 i z wywiadów autora z Alanem Kayem, Bobem Taylorem

i Johnem Seeleyem Brownem.

57. Charles P. Thacker, *Personal Distributed Computing: The Alto and Ethernet Hardware*, ACM Conference on History of Personal Workstations, 1986. Zob. też: Butler W. Lampson, *Personal Distributed Computing: The Alto and Ethernet Software*, ACM Conference on History of Personal Workstations, 1986. Oba artykuły, pod tymi samymi tytułami, dostępne pod adresem: <http://research.microsoft.com/en-us/um/people/blampson/38-AltoSoftware/Abstract.html>.

58. Linda Hill, Greg Brandeau, Emily Truelove, Kent Linebeck, *Collective Genius: The Art and Practice of Leading Innovation*, Harvard Business Review Press, 2014; Hiltzik, *Dealers of Lightning*, 2764; wywiad autora z Bobem Taylorem.

59. Wywiad autora z Bobem Taylorem.

60. Hiltzik, *Dealers of Lightning*, 1973, 2405.

61. Stewart Brand, *Spacewar*, „Rolling Stone”, 7 grudnia 1972.

62. Alan Kay, *Microelectronics and the Personal Computer*, „Scientific American”, wrzesień 1977.

63. Alan Kay, *A Personal Computer for Children of All Ages*, w: „Proceedings of the ACM Annual Conference”, 1972. Maszynopis pod adresem: <http://www.mprove.de/diplom/gui/Kay72a.pdf>.

64. Kay, *The Early History of Smalltalk*; wywiad autora z Alanem Kayem.

65. Hiltzik, *Dealers of Lightning*, 3069.

66. Kay, *The Early History of Smalltalk*; Hiltzik, *Dealers of Lightning*, 3102.

67. Kay, *The Early History of Smalltalk*; wywiad autora z Alanem Kayem.

68. Kay, *The Early History of Smalltalk* (zob. ustęp IV, *The First Real Smalltalk*); wywiady autora z Alanem Kayem i Bobem Taylorem; Hiltzik, *Dealers of Lightning*, 3128; Markoff, *What the Dormouse Said*, 3940; Butler Lampson, *Why Alto?*, wewnętrzny okólnik Xeroxa, 19 grudnia 1972, <http://www.digibarn.com/friends/butler-lampson/>.

69. Wywiad autora z Bobem Taylorem; Thacker, *Personal Distributed Computing*.

70. Historia mówiona Engelbarta, Uniwersytet Stanforda, wywiad 4.

71. Wywiad autora z Bobem Taylorem.

72. Wywiad z Alanem Kayem przeprowadzony przez Kate Kane, „Perspectives on Business Innovation”, maj 2002.

73. Dyskusja z Bobem Taylorem, poprowadzona przez Johna Markoffa, Uniwersytet Teksański, 17 września 2009 roku, <http://transcriptvids.com/v/jvbGAPJSDJI.html>.

74. Wywiad autora z Bobem Taylorem; Hiltzik, *Dealers of Lightning*, 4834.

75. Szczegółowy opis historii Freda Moore’a znajduje się w *Hackers* Levy’ego i *What the Dormouse Said* Markoffa.

- [76.](#) Wywiad autora z Lee Felsensteinem.
- [77.](#) Zapis wideo z Whole Earth Demise Party, <http://mediaburn.org/video/aspects-of-demise-the-whole-earth-demise-party-2/>; Levy, *Hackers*, s. 197; wywiad autora ze Stewartem Brandem; Stewart Brand, *Demise Party, etc.*, <http://www.wholeearth.com/issue/1180/article/321/history.-.demise.party.etc>.
- [78.](#) Markoff, *What the Dormouse Said*, 3335.
- [79.](#) Poza źródłami zacytowanymi powyżej zob.: Thomas Albright, Charles Moore, *The Last Twelve Hours of the Whole Earth*, „Rolling Stone”, 8 lipca 1971; Barry Lopez, *Whole Earth's Suicide Party*, „Washington Post”, 14 czerwca 1971.
- [80.](#) Wywiad autora z Bobem Albrechtem; zapiski przekazane mi przez Albrechta.
- [81.](#) Archiwa People's Computer Company i powiązanych biuletynów, <http://www.digibarn.com/collections/newsletters/peoples-computer/>.
- [82.](#) Wywiad autora z Bobem Albrechtem.
- [83.](#) Wywiad autora z Lee Felsensteinem. Ustęp ten czerpie też z nieopublikowanej, liczącej siedemnaście rozdziałów autobiografii przekazanej mi przez Felsensteina; artykułów Felsensteina do „People's Computer Company” *Tom Swift Lives!* i *Convivial Design*; artykułu *My Path through the Free Speech Movement and Beyond* z 22 lutego 2005, który mi przekazał; esejów autobiograficznych opublikowanych na <http://www.leefelsenstein.com/>; Freiburger, Swaine, *Fire in the Valley*, s. 99–102; Levy, *Hackers*, s. 153 i nast.; Markoff, *What the Dormouse Said*, 4375 i nast.
- [84.](#) Wywiad autora z Lee Felsensteinem.
- [85.](#) Tamże; Lee Felsenstein, *Philadelphia 1945–1963*, http://www.leefelsenstein.com/?page_id=16; historia mówiona Lee Felsensteina, prowadzenie Kip Crosby, 7 maja 2008, Computer History Museum.
- [86.](#) Felsenstein, *My Path through the Free Speech Movement and Beyond*.
- [87.](#) Wywiad autora z Lee Felsensteinem.
- [88.](#) Felsenstein, *My Path through the Free Speech Movement and Beyond*.
- [89.](#) Wywiad autora z Lee Felsensteinem; niepublikowana autobiografia Felsensteina.
- [90.](#) Niepublikowana autobiografia przekazana mi przez Felsensteina zawiera cały rozdział poświęcony incydentowi z radiem policyjnym.
- [91.](#) Felsenstein, *My Path through the Free Speech Movement and Beyond*.
- [92.](#) Lee Felsenstein, *Explorations in the Underground*, http://www.leefelsenstein.com/?page_id=50.
- [93.](#) Wywiad autora z Lee Felsensteinem.
- [94.](#) Tamże; niepublikowana autobiografia Felsensteina.
- [95.](#) Wywiad autora z Lee Felsensteinem.
- [96.](#) Levy, *Hackers*, s. 160.

- [97.](#) Ken Colstad, Efrem Lipkin, *Community Memory: A Public Information Network*, „ACM SIGCAS Computers and Society”, grudzień 1975. Archiwa biuletynu informacyjnego Resource One dostępne pod adresem <http://www.well.com/~szpak/cm/index.html>.
- [98.](#) Doug Schuler, *Community Networks: Building a New Participatory Medium*, „Communications of the ACM”, styczeń 1994. Zob. też: ogłoszenie Community Memory w The WELL, <http://www.well.com/~szpak/cm/cmflyer.html>: „Mamy do dyspozycji potężne narzędzie – dżina”.
- [99.](#) R.U. Sirius, St. Jude, *How to Mutate and Take Over the World*, Ballantine 1996; Betsy Isaacson, St. Jude, praca licencjacka, Harvard University, 2012.
- [100.](#) Lee Felsenstein, *Resource One/Community Memory*, http://www.leefelsenstein.com/?page_id=44.
- [101.](#) Wywiad autora z Lee Felsensteinem; Felsenstein, *Resource One/Community Memory*.
- [102.](#) Ivan Illich, *Tools for Conviviality*, Harper, 1973, s. 17.
- [103.](#) Wywiad autora z Lee Felsensteinem.
- [104.](#) Lee Felsenstein, *The Maker Movement – Looks Like Revolution to Me*, przemówienie na Bay Area Maker Faire, 18 maja 2013. Zob. też: Evgeny Morozov, *Making It*, „New Yorker”, 13 stycznia 2014.
- [105.](#) Lee Felsenstein, *Tom Swift Terminal, or a Convivial Cybernetic Device*, http://www.leefelsenstein.com/wp-content/uploads/2013/01/TST_scan_150.pdf; Lee Felsenstein, *Social Media Technology*, http://www.leefelsenstein.com/?page_id=125.
- [106.](#) Biuletyn Homebrew Computer Club, nr 1, DigiBarn Computer Museum, http://www.digibarn.com/collections/newsletters/homebrew/V1_01/; Levy, *Hackers*, s. 167.
- [107.](#) Komentarze Lee Felsensteina do brudnopisu książki upublicznionego na Medium.com, 20 grudnia 2013. Brakuje dowodów na to, by którykolwiek z pilotów Eisenhowera przeszedł operację zmiany płci.
- [108.](#) Ustęp ten czerpie z: wywiad z Edem Robertsem przeprowadzony przez Artę Salsberga dla „Modern Electronics”, październik 1984; wywiad z Edem Robertsem przeprowadzony przez Davida Grelisha dla czasopisma „Historically Brewed”, 1995; Levy, *Hackers*, s. 186 i nast., Forrest M. Mims III, *The Altair Story: Early Days at MITS*, „Creative Computing”, listopad 1984; Freiburger, Swaine, *Fire in the Valley*, s. 35 i nast.
- [109.](#) Levy, *Hackers*, s. 186.
- [110.](#) Mims, *The Altair Story*.

[111.](#) Levy, *Hackers*, s. 187.

[112.](#) Tamże, s. 187.

[113.](#) Les Solomon, *Solomon's Memory*, archiwa Atari, http://www.atariarchives.org/deli/solomons_memory.php; Levy, *Hackers*, s. 189 i nast.; Mims, *The Altair Story*.

[114.](#) H. Edward Roberts, William Yates, *Altair 8800 Minicomputer*, „Popular Electronics”, styczeń 1975.

[115.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem.

[116.](#) Michael Riordan, Lillian Hoddeson, *Crystal Fire*, „IEEE SCS News”, wiosna 2007, adaptacja *Crystal Fire*, Norton, 1977.

[117.](#) Wywiady autora z Lee Felsensteinem, Steve'em Wozniakiem, Steve'em Jobsem i Bobem Albrechtem. Ustęp ten czerpie też z opisów narodzin Homebrew Computer Club w: Steve Wozniak, *iWoz*, tłum. Anna Wojtaszczyk, Olga Wojtaszczyk, Studio Emka, Warszawa 2009; Markoff, *What the Dormouse Said*, 4493 i nast.; Levy, *Hackers*, s. 201 i nast.; Freiburger, Swaine, *Fire in the Valley*, s. 109 i nast.; Steve Wozniak, *Homebrew and How the Apple Came to Be*, http://www.atariarchives.org/deli/homebrew_and_how_the_apple.php; wystawa materiałów z archiwów klubu Homebrew w Computer History Museum; archiwa biuletynu klubu Homebrew, <http://www.digibarn.com/collections/newsletters/homebrew/>; Bob Lash, *Memoir of a Homebrew Computer Club Member*, <http://www.bambi.net/bob/homebrew.html>.

[118.](#) Steve Dompier, *Music of a Sort*, „People's Computer Company”, maj 1975. Zob. też: Freiburger, Swaine, *Fire in the Valley*, s. 129; Levy, *Hackers*, s. 204. Kod Dompiera dostępny pod adresem http://kevindriscoll.org/projects/ccswg2012/fool_on_a_hill.html.

[119.](#) Bill Gates, *Software Contest Winners Announced*, „Computer Notes”, lipiec 1975.

Rozdział 9. Software

[1.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem; Paul Allen, *Idea Man*, Portfolio, 2011, (podano lokalizację z wydania na Kindle), 129. Ten ustęp czerpie też z formalnego wywiadu z Gatesem, który przeprowadziłem w roku 2013, a także innych rozmów, jakie miałem okazję z nim przeprowadzić. Opierałem się także na informacjach uzyskanych przy okazji spotkań z Gatesem, jego ojcem oraz kolegami, jakie odbyłem podczas przygotowywania artykułu *In Search of the Real Bill Gates*, który ukazał się w tygodniku „Time” w numerze z 13 stycznia 1997. Pozostałe źródła informacji to: moja korespondencja e-mailowa z Billem Gatesem seniorem; książka Stephena

Manesa i Paula Andrews *Gates*, Doubleday, 1993 (podano lokalizację z wydania na Kindle); książka Jamesa Wallace'a i Jima Ericksona *Hard Drive*, Wiley, 1992; historia mówiona Billa Gatesa, prowadzenie Mark Dickinson, Henry Ford Innovation Series, 30 czerwca 2009; wywiad z Billem Gatesem przeprowadzony przez Davida Allisona, Instytut Smithsona, kwiecień 1995; inne ustne relacje Billa Gatesa.

[2.](#) Wallace, Erickson, *Hard Drive*, s. 38.

[3.](#) Allen, *Idea Man*, 1069.

[4.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem. Zob. też: historia mówiona Gatesa, Henry Ford Innovation Series.

[5.](#) Isaacson, *In Search of the Real Bill Gates*.

[6.](#) Tamże.

[7.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem seniorem.

[8.](#) Manes, Andrews, *Gates*, 715.

[9.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem seniorem. Prawo skautowskie mówi: „Skaut jest godny zaufania, lojalny, pomocny, przyjacielski, uprzejmy, posłuszny, pogodny, oszczędny, odważny, czysty i pobożny”.

[10.](#) Manes, Andrews, *Gates*, 538, 659.

[11.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem seniorem.

[12.](#) Wallace, Erickson, *Hard Drive*, s. 21.

[13.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem.

[14.](#) Allen, *Idea Man*, 502.

[15.](#) Wallace, Erickson, *Hard Drive*, s. 25.

[16.](#) Allen, *Idea Man*, 511.

[17.](#) Wallace, Erickson, *Hard Drive*, s. 26.

[18.](#) Allen, *Idea Man*, 751.

[19.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem; Isaacson, *In Search of the Real Bill Gates*.

[20.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem (oraz inne ustne wypowiedzi)

[21.](#) Manes, Andrews, *Gates*, 924.

[22.](#) Rozmowy autora z Billem Gatesem i Billem Gatesem seniorem.

[23.](#) Rozmowa autora ze Steve'em Russellem.

[24.](#) Wallace, Erickson, *Hard Drive*, s. 31.

[25.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem.

[26.](#) Allen, *Idea man*, 616; wywiady autora ze Steve'em Russellem i Billem Gatesem.

[27.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem.

[28.](#) Paul Freiburger i Michael Swaine, *Fire in the Valley*, Osborne, 1984, s. 21; wywiad autora z Billem Gatesem; Wallace, Erickson, *Hard Drive*, s. 35.

- [29.](#) Allen, *Idea man*, 719.
- [30.](#) Wallace, Erickson, *Hard Drive*, s. 42.
- [31.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem; Isaacson, *In Search of the Real Bill Gates*.
- [32.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem; historia mówiona Billa Gatesa, prowadzenie Larry Cohen i Brent Schlender (udostępniona autorowi przez Billa Gatesa).
- [33.](#) Wallace, Erickson, *Hard Drive*, s. 43.
- [34.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem.
- [35.](#) Allen, *Idea man*, 811.
- [36.](#) Wallace, Erickson, *Hard Drive*, s. 43.
- [37.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem; Allen, *Idea man*, 101.
- [38.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem; Allen, *Idea man*, 849.
- [39.](#) Allen, *Idea man*, 860.
- [40.](#) Wallace, Erickson, *Hard Drive*, s. 45; Manes, Andrews, *Gates*, 458.
- [41.](#) Manes, Andrews, *Gates*, 1445; Allen, *Idea man*, 917; rozmowa autora z Billem Gatesem.
- [42.](#) Allen, *Idea man*, 942.
- [43.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem.
- [44.](#) Allen, *Idea man*, 969.
- [45.](#) Wallace, Erickson, *Hard Drive*, s. 55. Wcześniejsza wersja tego fragmentu została opublikowana w „Harvard Gazette”; aktualna wersja uwzględnia komentarze i poprawki wprowadzone przez Gatesa i pozostałe opisane w nim osoby.
- [46.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem.
- [47.](#) Nicholas Josefowitz, *College Friends Remember Bill Gates*, „Harvard Crimson”, 4 czerwca 2002.
- [48.](#) Manes, Andrews, *Gates*, 1564.
- [49.](#) *Bill Gates to Sign Off at Microsoft*, depesza AFP z 28 czerwca 2008.
- [50.](#) William H. Gates, Christos P. Papadimitriou, *Bounds for Sorting by Prefix Reversal*, „Discrete Mathematics” 1979; Harry Lewis, *Reinventing the Classroom*, „Harvard Magazine”, wrzesień 2012; David Kestenbaum, *Before Microsoft, Gates Solved a Pancake Problem*, National Public Radio, 4 lipca 2008.
- [51.](#) Allen, *Idea man*, 62.
- [52.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem.
- [53.](#) Allen, *Idea man*, 1058.
- [54.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem.
- [55.](#) Bill Gates i Paul Allen do Eda Robertsa, 2 stycznia 1975; Manes, Andrews, *Gates*, 1810.

- [56.](#) Allen, *Idea man*, 160.
- [57.](#) Tamże.
- [58.](#) Manes, Andrews, *Gates*, 1874.
- [59.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem; Allen, *Idea man*, 1117.
- [60.](#) Wallace, Erickson, *Hard Drive*, s. 76.
- [61.](#) Allen, *Idea Man*, 1163.
- [62.](#) Tamże, 1204.
- [63.](#) Tamże, 1223; Wallace, Erickson, *Hard Drive*, s. 81.
- [64.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem.
- [65.](#) Uwagi Billa Gatesa, „Harvard Gazette”, 7 czerwca 2007.
- [66.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem.
- [67.](#) Ustęp opisujący pobyt Gatesa w Albuquerque opiera się na: Allen, *Idea man*, 1214 i nast; Manes, Andrews, *Gates*, 2011 i nast; Wallace, Erickson, *Hard Drive*, s. 85 i nast.
- [68.](#) Historia mówiona Gatesa, Henry Ford Innovation Series.
- [69.](#) Allen, *Idea man*, 1513.
- [70.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem.
- [71.](#) Allen, *Idea man*, 1465; Manes, Andrews, *Gates*, 2975; Wallace, Erickson, *Hard Drive*, s. 130.
- [72.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem.
- [73.](#) Allen, *Idea man*, 1376.
- [74.](#) Fred Moore, *It's a Hobby*, biuletyn Homebrew Computer Club, 7 czerwca 1975.
- [75.](#) John Markoff, *What the Dormouse Said*, Viking, 2005, (podano lokalizację z wydania na Kindle), 4633; Steven Levy, *Hackers*, Anchor/Doubleday, 1984, s. 231 (numeracja stron na podstawie jubileuszowego wznowienia opublikowanego przez wydawnictwo O'Reilly w 2010 roku).
- [76.](#) Rozmowa autora z Lee Felsensteinem; historia mówiona Lee Felsensteina, prowadzenie Kip Crosby, Computer History Museum, 7 maja 2008.
- [77.](#) Biuletyn Homebrew Computer Club, 3 lutego 1976, http://www.digibarn.com/collections/newsletters/homebrew/V2_01/gatesletter.html.
- [78.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem.
- [79.](#) Harold Singer, *Open Letter to Ed Roberts*, biuletyn Grupy Użytkowników Komputerów Micro-8, 28 marca 1976.
- [80.](#) Wywiad autora z Lee Felsensteinem.
- [81.](#) Wywiad z Billem Gatesem, „Playboy”, lipiec 1994.
- [82.](#) Ustęp ten oparty jest na mojej książce *Steve Jobs* (wyd. polskie Insignis, 2011),

w której odwoływałem się między innymi do wywiadów ze Steve'em Jobsem, Steve'em Wozniakiem, Nolanem Bushnellem i Alem Alcornem. Biografia Steve'a Jobsa zawiera odpowiednie przypisy oraz bibliografię. Na potrzeby niniejszej książki przeprowadziłem również dodatkowe wywiady z Bushnellem, Alcornem oraz Wozniakiem. Podczas pisania tego ustępu korzystałem także z autobiografii Steve'a Wozniaka *iWoz* (Norton, 1984; wyd. polskie Studio Emka, 2009) oraz z jego tekstu *Homebrew and How the Apple Came to Be*, http://www.atariarchives.org/deli/homebrew_and_how_the_apple.php.

83. Kiedy zamieściłem wczesne wersje fragmentów niniejszej książki w serwisie Medium, licząc na poprawki i komentarze użytkowników serwisu, odezwał się do mnie Dan Bricklin. Przekazał mi wiele cennych sugestii; wymieniliśmy też uwagi na temat okoliczności powstania arkusza VisiCalc i w rezultacie postanowiłem dodać ten fragment do ostatecznej wersji książki. Zawarte w nim informacje oparte są na mojej korespondencji z Danem Bricklinem oraz Bobem Frankstonem, a także na rozdziale 12 książki Dana Bricklina *Bricklin on Technology*. Wiley, 2009.

84. E-mail od Dana Bricklina do autora; Dan Bricklin, *The Idea*, <http://www.bricklin.com/history/saiidea.htm>.

85. Peter Ruell, *A Vision of Computing's Future*, „Harvard Gazette”, 22 marca 2012.

86. Bob Frankston, „Implementing VisiCalc”, niepublikowany tekst z 6 kwietnia 2002.

87. Tamże.

88. Rozmowa autora ze Steve'em Jobsem.

89. Historia firmy IBM, *The Birth of the IBM PC*, http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/pc25/pc25_birth.html.

90. Manes, Andrews, *Gates*, 3629.

91. Tamże, 3642; wywiad ze Steve'em Ballmerem, *Triumph of the Nerds*, część 2, PBS, czerwiec 1996. Zob. też: James Chposky, Ted Leonsis, *Blue Magic*, Facts on File, 1988, rozdz. 9.

92. Wywiad z Billem Gatesem i Paulem Allenem przeprowadzony przez Brenta Schlendera, „Fortune”, 2 października 1995.

93. Wywiad ze Steve'em Ballmerem, *Triumph of the Nerds*”, część 2.

94. Wywiad z Jackiem Samsem, *Triumph of the Nerds*, część 2. Zob. też Steve Hamm i Jay Greene, *The Man Who Could Have Been Bill Gates*, „Business Week”, 24 października 2004.

95. Wywiady z Timem Patersonem i Paulem Allenem, *Triumph of the Nerds*, część 2.

96. Wywiady ze Steve'em Ballmerem i Paulem Allenem, *Triumph of the Nerds*, część 2.

- [97.](#) Wywiad z Billem Gatesem i Paulem Allenem przeprowadzony przez Brenta Schlendera, „Fortune”, 2 października 1995; Manes, Andrews, *Gates*, 3868.
- [98.](#) Manes, Andrews, *Gates*, 3886, 3892.
- [99.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem.
- [100.](#) Wywiad z Billem Gatesem i Paulem Allenem przeprowadzony przez Brenta Schlendera, „Fortune”, 2 października 1995.
- [101.](#) Wywiad autora z Billem Gatesem.
- [102.](#) Tamże.
- [103.](#) Wywiad z Billem Gatesem i Paulem Allenem przeprowadzony przez Brenta Schlendera, „Fortune”, 2 października 1995.
- [104.](#) Wywiad Davida Rubensteina z Billem Gatesem, Harvard, 21 września 2013, notatki autora.
- [105.](#) Wywiad z Billem Gatesem i Paulem Allenem przeprowadzony przez Brenta Schlendera, „Fortune”, 2 października 1995.
- [106.](#) Wywiad z Billem Gatesem przeprowadzony przez Davida Bunnella, „PC”, 1 lutego 1982.
- [107.](#) Isaacson, *Steve Jobs*, s. 181.
- [108.](#) Tamże, 136.
- [109.](#) Wywiad autora ze Steve’em Jobsem.
- [110.](#) Prezentacja przeprowadzona przez Steve’a Jobsa w styczniu 1984, <https://www.youtube.com/watch?=2B-XwPjn9YY>.
- [111.](#) Isaacson, *Steve Jobs*, s. 225.
- [112.](#) Wywiad autora z Andym Hertzfeldem.
- [113.](#) Wywiad autora ze Steve’em Jobsem i Billem Gatesem.
- [114.](#) Andy Hertzfeld, *Revolution in the Valley*, O’Reilly Media, 2005, s. 191. Zob. też Andy Hertzfeld, http://www.folklore.org/StoryView.py?story=A_Rich_Neighbor_Named_Xerox.txt.
- [115.](#) Wywiady autora ze Steve’em Jobsem i Billem Gatesem.
- [116.](#) Wywiad autora ze Steve’em Jobsem.
- [117.](#) Ustęp ten bazuje na moich wywiadach z Richardem Stallmanem, a także na esejach oraz innych tekstach, w których Stallman przedstawia swoją filozofię; są one dostępne na stronie <http://www.gnu.org/gnu/gnu.html>. Opierałem się również na książce Sama Williamsa (z poprawkami naniesionymi przez Richarda Stallmana) *Free as in Freedom (2.0): Richard Stallman and the Free Software Revolution*, Free Software Foundation, 2010. Wcześniejsze wydanie książki Williamsa ukazało się nakładem wydawnictwa O’Reilly Media w roku 2002. Kiedy książka była przygotowywana do druku, Stallman zgłosił do niej szereg zastrzeżeń i domagał się

wprowadzenia poprawek. Na tym tle doszło między nim a Williamsem do nieporozumień, a ich wzajemne relacje stały się „niezbyt serdeczne”. W wersji 2.0 poprawki Stallmana zostały jednak uwzględnione, co wiązało się z koniecznością napisania od nowa niektórych partii tekstu. Stallman opisał te zawirowania w słowie wstępnym, a Williams w przedmowie do drugiego wydania. Ostatecznie Stallman nazwał *Free as in Freedom* w wersji 2.0 swoją „częściową autobiografią”. Dla porównania, z tekstem pierwszego wydania można zapoznać się na stronie <http://oreilly.com/openbook/freedom/>.

118. Wywiad autora z Richardem Stallmanem. Zob. też: K.C. Jones *A Rare Glimpse into Richard Stallman's World*, „Information Week”, 6 stycznia 2006; wywiad z Richardem Stallmanem, w: Michael Gross, *Richard Stallman: High School Misfit, Symbol of Free Software, MacArthur-Certified Genius*, 1999, www.gross.com/interviews/stallman1.html; Williams, *Free as in Freedom*, s. 26 i nast.

119. Richard Stallman, *The GNU Operating System and the Free Software Movement*, w: Chris DiBona i Sam Ockman (red.), *Open Sources: Voices from the Open Source Revolution*, O'Reilly, 1999.

120. Wywiad autora z Richardem Stallmanem.

121. Richard Stallman, *The GNU Project*, <http://www.gnu.org/gnu/thegnuproject.html>.

122. Williams, *Free as in Freedom*, s. 75.

123. Richard Stallman, *The GNU Manifesto*, <http://www.gnu.org/gnu/manifesto.html>.

124. Richard Stallman, *What Is Free Software? i Why Open Source Misses the Point of Free Software*, <https://www.gnu.org/philosophy/>.

125. Richard Stallman, *The GNU System*, <https://www.gnu.org/philosophy/>.

126. Wywiad z Richardem Stallmanem przeprowadzony przez Davida Betza i Jona Edwardsa, „Byte”, lipiec 1986.

127. Linus Torvalds, Linux Information Project, <http://linfo.org/linus.html>.

128. Linus Torvalds, David Diamond, *Po prostu dla zabawy. Historia przypadkowej rewolucji*, tłum. Justyna Matysiak, K.E. Liber, 2002.

129. Tamże; Michael Learmonth, *Giving It All Away*, „San Jose Metro”, 8 maja 1997.

130. Torvalds, Diamond, *Po prostu dla zabawy*.

131. Linus Torvalds wymawia nazwę „Linux”: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/03/Linus-linux.ogg>.

132. Learmonth, *Giving It All Away*.

133. Torvalds, Diamond, *Po prostu dla zabawy*.

134. Linus Torvalds, *Free Minix-like Kernel Sources for 386-AT*, wiadomość na forum grupy dyskusyjnej Newsgroups:comp.os.minix, 5 października

- 1991, <http://www.cs.cmu.edu/~awb/linux.hisotry.html>.
- [135.](#) Torvalds, Diamond, *Po prostu dla zabawy*.
- [136.](#) Gary Rivlin, *Leader of the Free World*, „Wired”, listopad 2013.
- [137.](#) Yochai Benkler, *The Penguin and the Leviathan: How Cooperation Triumphs over Self-Interest*, Crown, 2011; Yochai Benkler, *Coase's Penguin, or, Linux and the Nature of the Firm*, „Yale Law Journal”, 2002, <http://soc.ics.uci.edu/Resources/bibs.php?793>.
- [138.](#) Eric Raymond, *The Cathedral and the Bazaar*, O'Reilly Media, 1999, s. 30.
- [139.](#) Alexis de Tocqueville, *O demokracji w Ameryce*, tłum. Marcin Król, Warszawa 1976.
- [140.](#) Torvalds, Diamond, *Po prostu dla zabawy*.
- [141.](#) Wywiad z Richardem Stallmanem w serwisie Reddit, 29 lipca 2010, <http://redditblog.com/2010/07/rms-ama.html>.
- [142.](#) Richard Stallman, *What's in a Name?*, <https://www.gnu.org/gnu/why-gnu-linux.html>.
- [143.](#) Torvalds, Diamond, *Po prostu dla zabawy*.
- [144.](#) Linus Torvalds, post zatytułowany *Black and White*, opublikowany na prywatnym blogu 2 listopada 2008, <http://torvalds-family.blogspot.com/2008/11/black-and-white.html>.
- [145.](#) Torvalds, Diamond, *Po prostu dla zabawy*.
- [146.](#) Raymond, *The Cathedral and the Bazaar*, s. 1.

Rozdział 10. Online

- [1.](#) E-mail Lawrence'a Landwebera do autora, 5 lutego 2014.
- [2.](#) Ray Tomlinson, *The First Network E-mail*, <http://openmap.bbn.com/~tomlinso/ray/firste-mailframe.html>.
- [3.](#) E-mail Larry'ego Brillianta do autora, 14 lutego 2014.
- [4.](#) Wywiad z Larrym Brilliantem, „Wired”, 20 grudnia 2007.
- [5.](#) Tamże.
- [6.](#) Katie Hafner, *The Well*, Carroll & Graf, 2001, s. 10.
- [7.](#) Tamże, s. 30; Fred Turner, *From Counterculture to Cyberculture*, University of Chicago, 2006, s. 145.
- [8.](#) Howard Rheingold, *The Virtual Community*, Perseus, 1993, s. 9.
- [9.](#) Tom Mandel, *Confessions of a Cyberholic*, „Time”, 1 marca 1995. Mandel wiedział już wtedy, że umiera, i poprosił redaktorów „Time'a” – Phila Elmera-DeWitta, Dickę Duncana i mnie – czy nie pozwoliliby mu napisać pożegnalnych przemyśleń na temat świata online.

- [10.](#) Tom Mandel, wpis na The WELL, <http://www.well.com/~cynsa/tom/tom13.html>. Zob. też: *To Our Readers* [podpisany przez wydawcę, Elizabeth Long, ale napisany przez Phila Elmera-DeWitta], „Time”, 17 kwietnia 1995.
- [11.](#) Ustęp ten czerpie z: wywiady ze Steve’em Case’em, Jimem Kimseym i Jean Case; Julius Duscha, *For Computers, a Marrying Sam*, „New York Times”, 25 grudnia 1977; Michael Banks, *On the Way to the Web*, APress, 2008 (podano lokalizację z wydania na Kindle); Kara Swisher, *AOL.com*, Random House, 1998; Alec Klein, *Stealing Time*, Simon & Schuster, 2003. Steve Case, mój przyjaciel i wieloletni współpracownik, przekazał komentarze i poprawki do brudnopisu.
- [12.](#) Klein, *Stealing Time*, s. 11.
- [13.](#) Banks, *On the Way to the Web*, 792, 743.
- [14.](#) Tamże, s. 602, 1467.
- [15.](#) Wywiad autora ze Steve’em Case’em; Banks, *On the Way to the Web*, 1503; Swisher, *AOL.com*, s. 27.
- [16.](#) Przemówienie Steve’a Case’a na JP Morgan Technology Conference, San Francisco, 1 maja 2001.
- [17.](#) Nina Munk, *Fools Rush In*, Collins, 2004, s. 73.
- [18.](#) Wywiad autora ze Steve’em Case’em.
- [19.](#) Swisher, *AOL.com*, s. 25.
- [20.](#) Przemówienie Steve’a Case’a na Uniwersytecie Stanforda, 25 maja 2010.
- [21.](#) Tamże.
- [22.](#) Wywiad autora ze Steve’em Case’em.
- [23.](#) Przemówienie Steve’a Case’a na Uniwersytecie Stanforda, 25 maja 2010.
- [24.](#) Swisher, *AOL.com*, s. 27.
- [25.](#) Wywiad autora ze Steve’em Case’em.
- [26.](#) Tamże; e-mail od Case’a i komentarze do brudnopisu opublikowanego na Medium. Nie ma zgody co do tego, czy von Meister chciał zatrudnić Steve’a Case’a, czy też nakłonił go Dan Case. Swisher, *AOL.com*, s. 28, podaje pierwszą wersję; Banks, *On the Way to the Web*, 1507 – drugą. Prawdopodobnie w obu kryje się ziarno prawdy.
- [27.](#) Wywiad autora z Jimem Kimseym.
- [28.](#) Swisher, *AOL.com*, s. 53.
- [29.](#) Tamże, s. 48.
- [30.](#) Wywiady autora ze Steve’em Case’em i Steve’em Wozniakiem.
- [31.](#) Przemówienie Steve’a Case’a na Uniwersytecie Stanforda, 25 maja 2010.
- [32.](#) Wywiad autora ze Steve’em Case’em.
- [33.](#) Tamże.

- [34.](#) Historia mówiona Steve’a Case’a, prowadzenie Walter Isaacson, Riptide Project, Uniwersytet Harvarda, 2013, <http://www.niemanlab.org/riptide/person/steve-case/>. Był to mój udział w projekcie polegającym na zbieraniu historii mówionych dotyczących zaburzenia branży dziennikarskiej przez media cyfrowe. Projekt nadzorowali John Huey, Paul Sagan i Martin Nisenholtz.
- [35.](#) Historia mówiona Steve’a Case’a, *How the Web Was Won*, „Vanity Fair”, lipiec 2008.
- [36.](#) Wywiad autora z Jimem Kimseym.
- [37.](#) Przemówienie Steve’a Case’a na Uniwersytecie Stanforda, 25 maja 2010.
- [38.](#) Post Dave’a Fishera na grupie dyskusyjnej alt.folklore.computers, 25 stycznia 1994, <https://groups.google.com/forum/#!original/alt.folklore.computers/wF4CpYbWuuA/jS6ZOyJd10sJ>.
- [39.](#) Wendy Grossman, *Net Wars*, NYU, 1977, s. 33.
- [40.](#) Wywiad autora z Alem Gore’em.
- [41.](#) Wywiad Wolfa Blitzera z Alem Gore’em, *Late Edition*, CNN, 9 marca 1999, <http://www.cnn.com/ALLPOLITICS/stories/1999/03/09/president.2000/>
- [42.](#) Robert Kahn, Vinton Cerf, *Al Gore and the Internet*, e-mail do Declana McCullaughy i innych, 28 września 2000, <http://www.politechbot.com/p-01394.html>.
- [43.](#) Newt Gingrich, przemówienie na konferencji American Political Science Association, 1 września 2000.

Rozdział 11. WWW

- [1.](#) Tim Berners-Lee, *Weaving the Web*, HarperCollins, 1999, s. 4. Zob. też: Mark Fischetti, *The Mind Behind the Web*, „Scientific American”, 12 marca 2009.
- [2.](#) Wywiad autora z Timem Bernersem-Lee.
- [3.](#) Tamże.
- [4.](#) Tamże.
- [5.](#) Tamże.
- [6.](#) Wywiad z Timem Bernersem-Lee, Academy of Achievement, 22 czerwca 2007.
- [7.](#) Wywiad autora z Timem Bernersem-Lee.
- [8.](#) Tamże.
- [9.](#) *Enquire Within Upon Everything*, 1894, <http://www.gutenberg.org/files/10766/10766-h/10766-h.htm>.
- [10.](#) Berners-Lee, *Weaving the Web*, s. 1.
- [11.](#) Wywiad autora z Timem Bernersem-Lee.
- [12.](#) Wywiad z Timem Bernersem-Lee, Academy of Achievement, 22 czerwca 2007.

- [13.](#) Berners-Lee, *Weaving the Web*, s. 10.
- [14.](#) Tamże, s. 4.
- [15.](#) Tamże, s. 14.
- [16.](#) Wywiad autora z Timem Bernersem-Lee.
- [17.](#) Wywiad z Timem Bernersem-Lee, Academy of Achievement, 22 czerwca 2007.
- [18.](#) Berners-Lee, *Weaving the Web*, s. 15.
- [19.](#) John Naish, *The NS Profile: Tim Berners-Lee*, „New Statesman”, 15 sierpnia 2011.
- [20.](#) Berners-Lee, *Weaving the Web*, s. 16, 18.
- [21.](#) Tamże, s. 61.
- [22.](#) Tim Berners-Lee, *Information Management: A Proposal*, CERN, marzec 1989, <http://www.w3.org/History/1989/proposal.html>.
- [23.](#) James Gillies, Robert Cailliau, *How the Web Was Born*, Oxford, 2000, s. 180.
- [24.](#) Berners-Lee, *Weaving the Web*, s. 26.
- [25.](#) Gillies, Cailliau, *How the Web Was Born*, s. 198.
- [26.](#) Tamże, s. 190.
- [27.](#) Wywiad z Robertem Cailliau, *How the Web Was Won*, „Vanity Fair”, lipiec 2008.
- [28.](#) Gillies, Cailliau, *How the Web Was Born*, s. 234.
- [29.](#) Tim Smith, François Flückiger, *Licensing the Web*, CERN, <http://home.web.cern.ch/topics/birth-web/licensing-web>.
- [30.](#) Tim Berners-Lee, *The World Wide Web and the „Web of Life”*, 1998, <http://www.w3.org/People/Berners-Lee/UU.html>.
- [31.](#) Tim Berners-Lee, wpis na grupie dyskusyjnej alt.hypertext, 6 sierpnia 1991, <http://www.w3.org/People/Berners-Lee/1991/08/art-6484.txt>.
- [32.](#) Nick Bilton, *As the Web Turns 25, Its Creator Talks about Its Future*, „New York Times”, 11 marca 2014.
- [33.](#) Gillies, Cailliau, *How the Web Was Born*, s. 203. Zob. też: Matthew Lasar, *Before Netscape*, „Ars Technica”, 11 października 2011.
- [34.](#) Berners-Lee, *Weaving the Web*, s. 56.
- [35.](#) Gillies, Cailliau, *How the Web Was Born*, s. 217.
- [36.](#) Wywiad autora z Markiem Andreessenem.
- [37.](#) Tamże.
- [38.](#) Robert Reid, *Architects of the Web*, Wiley, 1997, s. 7.
- [39.](#) Gillies, Cailliau, *How the Web Was Born*, s. 217; grupa dyskusyjna alt.hypertext, piątek, 29 stycznia 1993, 12:22:43 GMT, <http://www.jmc.sjsu.edu/faculty/rcraig/mosaic.txt>.

- [40.](#) Wywiad autora z Markiem Andreessenem.
- [41.](#) Gillies, Cailliau, *How the Web Was Born*, s. 240.
- [42.](#) Wywiad autora z Markiem Andreessenem.
- [43.](#) Berners-Lee, *Weaving the Web*, s. 70; wywiad autora z Timem Bernersem-Lee.
- [44.](#) Wywiad autora z Markiem Andreessenem.
- [45.](#) Wywiad autora z Timem Bernersem-Lee.
- [46.](#) Berners-Lee, *Weaving the Web*, s. 70.
- [47.](#) Tamże, s. 65.
- [48.](#) Ted Nelson, *Computer Paradigm*, <http://xanadu.com.au/ted/TN/WRITINGS/TCOMPARADIGM/tedCompOnlineLiners.html>.
- [49.](#) Wywiad z Jaronem Lanierem przeprowadzony przez Erica Allena Beana, Nieman Journalism Lab, 22 maja 2013.
- [50.](#) John Huey, Martin Nisenholtz, Paul Sagan, *Riptide*, Harvard Kennedy School, <http://www.niemanlab.org/riptide/>.
- [51.](#) Wywiad autora z Markiem Andreessenem.
- [52.](#) Wywiad autora z Timem Bernersem-Lee.
- [53.](#) Wywiad autora z Markiem Andreessenem.
- [54.](#) John Markoff, *A Free and Simple Computer Link*, „New York Times”, 8 grudnia 1993.
- [55.](#) Ustęp ten bazuje przede wszystkim na moich wywiadach z Justinem Hallem i jego własnych wpisach na <http://www.links.net/>.
- [56.](#) Justin Hall, „Justin’s Links”, <http://www.links.net/vita/web/story.html>.
- [57.](#) Wywiady autora z Justinem Hallem i Joan Hall.
- [58.](#) Wywiad autora z Howardem Rheingoldem; Howard Rheingold, *The Virtual Community*, Perseus, 1993.
- [59.](#) Wywiady autora z Justinem Hallem i Howardem Rheingoldem; Gary Wolf, *Wired – A Romance*, Random House, 2003, s. 110.
- [60.](#) Scott Rosenberg, *Say Everything*, Crown, 2009, s. 24.
- [61.](#) Tamże, s. 44.
- [62.](#) Justin Hall, *Exposing Myself*, opublikowane przez Howarda Rheingolda, <http://www.well.com/~hllr/jam/justin/justinexposing.html>.
- [63.](#) Wywiad autora z Arianną Huffington.
- [64.](#) Clive Thompson, *Smarter Than You Think*, Penguin, 2013, s. 68.
- [65.](#) Hall, *Exposing Myself*.
- [66.](#) Wywiad autora z Evem Williamsem. Ustęp ten czerpie również z: wywiad z Evem Williamsem, w: Jessica Livingston, *Founders at Work*, Apress, 2007, (podano

lokalizację z wydania na Kindle) 2071 i nast.; Nick Bilton, *Twitter. Prawdziwa historia o bogactwie, władzy, przyjaźni i zdradzie*, tłum. Arkadiusz Romanek, Onepress, Gliwice 2015. Rosenberg, *Say Everything*, s. 104 i nast.; Rebecca Mead, *You've Got Blog*, „New Yorker”, 13 listopada 2000.

67. Dave Winer, *Scripting News in XML*, 15 grudnia 1997, <http://scripting.com/davenet/1997/12/15/scriptingNewsInXML.html>.

68. Livingston, *Founders at Work*, 2094.

69. Tamże, 2109, 2123, 2218.

70. Meg Hourihan, *A Sad Kind of Day*, http://web.archive.org/web/20010917033719/http://www.megnut.com/archive.asp?which=2001_02_01_archive.inc; Rosenberg, *Say Everything*, s. 122.

71. Ev Williams, *And Then There Was One*, 31 stycznia 2001, http://web.archive.org/web/20011214143830/http://www.evhead.com/longer/2200706_essays.asp.

72. Livingston, *Founders at Work*, 2252.

73. Tamże, 2252.

74. Williams, *And Then There Was One*.

75. Dan Bricklin, *How the Blogger Deal Happened*, wpis na blogu z 15 kwietnia 2001, <http://danbricklin.com/log/blogger.htm>; Dan Bricklin, *Bricklin on Technology*, Wiley, 2009, s. 206.

76. Livingston, *Founders at Work*, 2289, 2302.

77. Wywiad autora z Evem Williamsem.

78. Tamże.

79. Tamże.

80. Andrew Lih, *The Wikipedia Revolution*, Hyperion, 2009, s. 1111. Zob. też: Ward Cunningha, Bo Leuf, *The Wiki Way: Quick Collaboration on the Web*, Addison-Wesley, 2001; Ward Cunningham, *HyperCard Stacks*, <http://c2.com/~ward/HyperCard/>; Ward Cunningham, przemówienie inauguracyjne, konferencja Wikimania, 1 sierpnia 2005.

81. Ward Cunningham, *Invitation to the Pattern List*, 1 maja 1995, <http://c2.com/cgi/wiki?InvitationToThePatternsList>.

82. Ward Cunningham, korespondencja w kwestii etymologii słowa „wiki”, <http://c2.com/doc/etymology.html>.

83. Wywiad z Timem Bernersem-Lee, Riptide Project, Schornstein Center, Harvard, 2013.

84. Kelly Kazek, *Wikipedia Founder, Huntsville Native Jimmy Wales, Finds Fame Really Cool*, „News Courier” (Athens, AL), 12 sierpnia 2006.

- [85.](#) Wywiad autora z Jimmym Walesem.
- [86.](#) Tamże; Lih, *The Wikipedia Revolution*, s. 585.
- [87.](#) Marshall Poe, *The Hive*, „Atlantic”, wrzesień 2006.
- [88.](#) Wywiad z Jimmym Walesem przeprowadzony przez Briana Lamba, C-SPAN, 25 września 2005.
- [89.](#) Wywiad autora z Jimmym Walesem; Eric Raymond, *Katedra i bazar*, <http://www.linux-community.pl/node/4>.
- [90.](#) Richard Stallman, *The Free Universal Encyclopedia and Learning Resource*, 1999, <http://www.gnu.org/encyclopedia/free-encyclopedia.html>.
- [91.](#) Larry Sanger, *The Early History of Nupedia and Wikipedia*, Slashdot, <http://beta.slashdot.org/story/56499>; materiały ogólnodostępne wydawnictwa O'Reilly, http://commons.oreilly.com/wiki/index.php/Open_Sources_2.0/Beyond_Open_Source:_Collaboration_and_Community/The_Early_History_of_Nupedia_and_Wikipedia:_A_Memoir.
- [92.](#) Larry Sanger, *Become an Editor or Peer Reviewer!*, Nupedia, <http://archive.is/IWDNq>.
- [93.](#) Wywiad autora z Jimmym Walesem; Lih, *The Wikipedia Revolution*, s. 960.
- [94.](#) Wywiad autora z Jimmym Walesem.
- [95.](#) Larry Sanger, *Origins of Wikipedia*, Sanger – strona użytkownika, http://en.wikipedia.org/wiki/User:Larry_Sanger/Origins_of_Wikipedia; Lih, *The Wikipedia Revolution*, s. 1049.
- [96.](#) Ben Kovitz, *The Conversation at the Taco Stand*, Kovitz – strona użytkownika, <http://en.wikipedia.org/wiki/User:BenKovitz>.
- [97.](#) Jimmy Wales, wątek „Re: Sanger's Memoirs”, kwiecień 2005, <http://lists.wikimedia.org/pipermail/wikipedia-l/2005-April/021463.html>.
- [98.](#) Jimmy Wales, Larry Sanger, wątek „Re: Sanger's Memoirs”, kwiecień 2005, <http://lists.wikimedia.org/pipermail/wikipedia-l/2005-April/021460.html>, <http://lists.wikimedia.org/pipermail/wikipedia-l/2005-April/021469.html> i kolejne. Zob. też: Larry Sanger, *My Role in Wikipedia*, <http://larrysanger.org/roleinwp.html>; *User:Larry Sanger/Origins of Wikipedia*, http://en.wikipedia.org/wiki/User:Larry_Sanger/Origins_of_Wikipedia; *History of Wikipedia* i strona dyskusji, http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_Wikipedia, wraz z edycjami hasła poczynionymi przez Jimmy'ego Walesa, http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Jimmy_Wales&diff=next&oldid=29849184; strona dyskusji: Bomis, revisions made by Jimmy Wales, <http://en.wikipedia.org/w/index.php?diff=11139857>.

- [99.](#) Kovitz, *The Conversation at the Taco Stand*.
- [100.](#) Larry Sanger, *Let's Make a Wiki*, wątek na forum Nupedii, 10 stycznia 2001, <http://archive.is/yovNt>.
- [101.](#) Lih, *The Wikipedia Revolution*, s. 1422.
- [102.](#) Clay Shirky, *Wikipedia – An Unplanned Miracle*, „Guardian”, 14 stycznia 2011; zob. też: Clay Shirky, *Here Comes Everybody: The Power of Organizing without Organizations*, Penguin, 2008, i *Cognitive Surplus: Creativity and Generosity in a Connected Age*, Penguin, 2010.
- [103.](#) Wywiad autora z Jimmym Walesem.
- [104.](#) Larry Sanger, *Why Wikipedia Must Jettison Its Anti-Elitism*, 31 grudnia 2004, www.LarrySanger.org.
- [105.](#) Oświadczenie prasowe Wikipedii, 15 stycznia 2002, http://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Press_releases/January_2002.
- [106.](#) Wywiad autora z Jimmym Walesem.
- [107.](#) Clay Shirky, *Wikipedia – An Unplanned Miracle*.
- [108.](#) Yochai Benkler, *Coase's Penguin, or, Linux and the Nature of the Firm*, „Yale Law Journal”, 2002, <http://soc.ics.uci.edu/Resources/bibs.php?793>; Yochai Benkler, *The Penguin and the Leviathan: How Cooperation Triumphs over Self-Interest*, Crown, 2011.
- [109.](#) Daniel Pink, *The Buck Stops Here*, „Wired”, marzec 2005; Tim Adams, *For Your Information*, „Guardian”, 30 czerwca 2007; Lord Emsworth – strona użytkownika, http://en.wikipedia.org/wiki/User:Lord_Emsworth; Peter Steiner, komiks w „New Yorkerze”, 5 lipca 1993, pod adresem http://en.wikipedia.org/wiki/On_the_Internet,_nobody_knows_you're_a_dog.
- [110.](#) Jonathan Zittrain, *The Future of the Internet and How to Stop It*, Yale, 2008, s. 147.
- [111.](#) Wywiad autora z Jimmym Walesem.
- [112.](#) Tamże.
- [113.](#) John Battelle, *The Search*, Portfolio, 2005, (podano lokalizację z wydania na Kindle) 894.
- [114.](#) Tamże, 945; wizyta autora u Sriniji Srinivasan.
- [115.](#) Poza źródłami wymienionymi poniżej ustęp ten czerpie z: mój wywiad i rozmowy z Larrym Page'em; przemówienie Larry'ego Page'a do absolwentów Uniwersytetu Michigan, 2 maja 2009; wywiady z Larrym Page'em i Sergeyem Brinem dla Academy of Achievement, 28 października 2000; *The Lost Google Tapes*, wywiady Johna Ince'a z Sergeyem Brinem, Larrym Page'em i innymi, styczeń

2000, <http://www.podtech.net/home/?s=Lost+Google+Tapes>; John Ince, *Google Flashback – My 2000 Interviews*, Huffington Post, 6 lutego 2012; Ken Auletta, *Googled*, Penguin, 2009; Battelle, *The Search*; Richard L. Brandt, *Potęga Google’a. Poznaj sekrety Larry’ego i Sergeya*, tłum. Jacek Żóławnik, Znak, Kraków 2011; Steven Levy, *In the Plex*, Simon & Schuster, 2011; Randall Stross, *Planeta Google. Cel: skatalogować wszystkie informacje świata*, tłum. Anna Wojtaszczyk, Olga Wojtaszczyk, Studio EMKA, Warszawa 2009; David Vise, *The Google Story*, tłum. Joanna Urban, Wydawnictwo Dolnośląskie, Wrocław 2007; Douglas Edwards, *I’m Feeling Lucky: The Confessions of Google Employee Number 59*, Mariner, 2012; Brenna McBride, *The Ultimate Search*, magazyn „College Park”, wiosna 2000; Mark Malseed, *The Story of Sergey Brin*, magazyn „Moment”, luty 2007.

[116.](#) Wywiad autora z Larrym Page’em.

[117.](#) Wywiad z Larrym Page’em, Academy of Achievement.

[118.](#) Wywiad z Larrym Page’em przeprowadzony przez Andy’ego Serwera, „Fortune”, 1 maja 2008.

[119.](#) Wywiad autora z Larrym Page’em.

[120.](#) Tamże.

[121.](#) Tamże.

[122.](#) Larry Page, przemówienie do absolwentów Uniwersytetu Michigan.

[123.](#) Wywiad autora z Larrym Page’em.

[124.](#) Tamże.

[125.](#) Tamże.

[126.](#) Battelle, *The Search*, 1031.

[127.](#) Auletta, *Googled*, s. 28.

[128.](#) Wywiad z Larrym Page’em i Sergeyem Brinem przeprowadzony przez Barbarę Walters, *ABC News*, 8 grudnia 2004.

[129.](#) Przemówienie Sergeya Brina, konferencja Breakthrough Learning, siedziba główna Google’a, 12 listopada 2009.

[130.](#) Malseed, *The Story of Sergey Brin*.

[131.](#) Wywiad z Sergeyem Brinem, Academy of Achievement.

[132.](#) McBride, *The Ultimate Search*.

[133.](#) Auletta, *Googled*, s. 31.

[134.](#) Tamże, s. 32.

[135.](#) Vise, *Google Story*, s. 42.

[136.](#) Auletta, *Googled*, s. 39.

[137.](#) Wywiad autora z Larrym Page’em.

[138.](#) Tamże.

- [139.](#) Wywiad z Terryem Winogradem przeprowadzony przez Billa Moggridge'a, <http://www.designinginteractions.com/interviews/TerryWinograd>.
- [140.](#) Wywiad autora z Larrym Page'em.
- [141.](#) Craig Silverstein, Sergey Brin, Rajeev Motwani, Jeff Ullman, *Scalable Techniques for Mining Causal Structures*, „Data Mining and Knowledge Discovery”, lipiec 2000.
- [142.](#) Wywiad autora z Larrym Page'em.
- [143.](#) Tamże.
- [144.](#) Larry Page, przemówienie do absolwentów Uniwersytetu Michigan.
- [145.](#) Vise, *Google Story*, s. 17.
- [146.](#) Larry Page, przemówienie do absolwentów Uniwersytetu Michigan.
- [147.](#) Battelle, *The Search*, 1183.
- [148.](#) Tamże, 1114.
- [149.](#) Larry Page, przemówienie do absolwentów Uniwersytetu Michigan.
- [150.](#) Wywiad autora z Larrym Page'em.
- [151.](#) Levy, *In the Plex*, s. 415; Levy cytuje wypowiedzi Page'a z konferencji PC Forum 2001, która odbyła się w Scottsdale w stanie Arizona.
- [152.](#) Wywiad z Sergeyem Brinem przeprowadzony przez Johna Ince'a, *The Lost Google Tapes*, część 2.
- [153.](#) Sergey Brin, Rajeev Motwani, Larry Page, Terry Winograd, *What Can You Do with a Web in Your Pocket?*, „Bulletin of the IEEE Computer Society Technical Committee on Data Engineering”, 1998.
- [154.](#) Wywiad autora z Larrym Page'em.
- [155.](#) Levy, *In the Plex*, s. 358.
- [156.](#) Tamże, s. 430.
- [157.](#) Wywiad z Sergeyem Brinem przeprowadzony przez Johna Ince'a, *The Lost Google Tapes*, część 2, <http://www.podtech.net/home/1728/podventurezone-lost-google-tapes-part-2-sergey-brin>.
- [158.](#) Levy, *In the Plex*, s. 947.
- [159.](#) Wywiad autora z Larrym Page'em.
- [160.](#) Sergey Brin, Larry Page, *The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine*, siódma edycja International World-Wide Web Conference, kwiecień 1998, Brisbane, Australia.
- [161.](#) Vise, *Google Story*, s. 30.
- [162.](#) Wywiad autora z Larrym Page'em.
- [163.](#) Wywiady z Davidem Cheritonem, Mikiem Moritzem i Sergeyem Brinem przeprowadzone przez Johna Ince'a, *The Lost Google Tapes*; Vise, *Google Story*, s.

57–58; Levy, *In the Plex*, s. 547.

[164.](#) Vise, *Google Story*, s. 59; Battelle, *The Search*, 86.

[165.](#) Wywiad z Sergeyem Brinem przeprowadzony przez Johna Ince’a, *The Lost Google Tapes*.

[166.](#) Wywiad z Larrym Page’em przeprowadzony przez Johna Ince’a, *The Lost Google Tapes*.

[167.](#) Auletta, *Googled*, s. 44.

[168.](#) Wywiad z Sergeyem Brinem przeprowadzony przez Johna Ince’a, *The Lost Google Tapes*, część 2.

Rozdział 12. Wiwat Ada!

[1.](#) George Dyson, *Turing’s Cathedral*, Random House 2012, (podano lokalizację z wydania na czytnik Kindle), 6321; John von Neumann, *The Computer and the Brain*, Yale, 1958, s. 80

[2.](#) Gary Marcus, *Hyping Artificial Intelligence, Yet Again*, „New Yorker”, 1 stycznia 2014 (cytat z *New Navy Device Learns by Doing* za: „New York Times”, 8 lipca 1958); Rival, „New Yorker”, 6 grudnia 1958.

[3.](#) Marvin Minsky i Seymour Papert, jedni z pierwszych wybitnych specjalistów w dziedzinie sztucznej inteligencji, podważyli w swojej pracy część tez postawionych przez Rosenblatta, doprowadzając tym samym do wygaszenia entuzjazmu, jaki wywołały pierwsze informacje na temat Perceptronu. Zapoczątkowało to okres mniejszego zainteresowania tą dziedziną wiedzy, nazwany „zimą sztucznej inteligencji” („AI winter”). Zob. praca licencjacka Danny’ego Wilsona *Tantalizingly Close to a Mechanized Mind: The Perceptrons Controversy and the Pursuit of Artificial Intelligence*, Harvard University, grudzień 2012; Frank Rosenblatt, *The Perceptron: A Probabilistic Model for Information Storage and Organization in the Brain*, „Psychological Review”, jesień 1958; Marvin Minsky, Seymour Papert, *Perceptrons*, MIT, 1969.

[4.](#) Wywiad autora z Ginni Rometty.

[5.](#) Garry Kasparow, *The Chess Master and the Computer*, „New York Review of Books”, 11 lutego 2010; Clive Thompson, *Smarter Than You Think*, Penguin, 2013, s. 3.

[6.](#) *Watson on Jeopardy*, notatka na stronie internetowej Smarter Planet, 14 lutego 2011, <http://asmarterplanet.com/blog/2011/02/watson-on-jeopardy-day-one-man-vs-machine-for-global-bragging-rights.html>.

[7.](#) John Searle, *Watson Doesn’t Know It Won on Jeopardy*, „Wall Street Journal”, 23 lutego 2011.

[8.](#) John E. Kelly III, Steve Hamm, *Smart Machines*, Columbia, 2013, s. 4. Steve

Hamm jest dziennikarzem zajmującym się tematyką nowoczesnych technologii; obecnie pracuje jako pisarz, a także specjalista do spraw strategii komunikacji w IBM-ie. Opinie wyrażone w książce *Smart Machines* przypisałem J. Kelly'emu, dyrektorowi pionu badawczego IBM-u.

9. Larry Hardesty, *Artificial-Intelligence Research Revives Its Old Ambitions*, „MIT News”, 9 września 2013.

10. James Somers, *The Man Who Would Teach Computers to Think*, „Atlantic”, listopad 2013.

11. Gary Marcus, *Why Can't My Computer Understand Me*, „New Yorker”, 16 sierpnia 2013.

12. Steven Pinker, *The Language Instinct*, Harper, 1994, s. 191.

13. Stuart Russell, Peter Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Prentice Hall, 1995, s. 566.

14. Wywiad autora z Billem Gatesem.

15. Nicholas Wade, *In Tiny Worm, Unlocking Secrets of the Brain*, „New York Times”, 20 czerwca 2011; *The Connectome of a Decision-Making Neural Network*, „Science”, 27 lipca 2012; materiały Fundacji Dana, <https://www.dana.org/News/Details.aspx?id=43512>.

16. John Markoff, *Brainlike Computers, Learning From Experience*, „New York Times”, 28 grudnia 2013. Markoff, od dawna zajmujący się tą problematyką, pisze obecnie książkę poświęconą konsekwencjom pojawienia się maszyn zdolnych wykonywać pracę człowieka.

17. *Neuromorphic Computing Platform*, materiały konsorcjum badawczego Human Brain Project, <https://www.humanbrainproject.eu/neuromorphic-computing-platform1>; Bennie Mols, *Brainy Computer Chip Ditches Digital for Analog*, „Communications of the ACM”, 27 lutego 2014; Klint Finley, *Computer Chips That Work Like a Brain Are Coming – Just Not Yet*, „Wired”, 31 grudnia 2013. Beau Cronin z wydawnictwa O'Reilly Media zaproponował następującą grę alkoholową: „wypijacie kolejkę za każdym razem, gdy natraficie na artykuł albo wpis na blogu, w którym jakiś nowy system sztucznej inteligencji opisany jest jako działający lub myślący »tak jak ludzki mózg«” (<http://radar.oreilly.com/2014/05/it-works-like-the-brain-so.html>); Cronin prowadzi też stale aktualizowaną listę artykułów zawierających tego rodzaju stwierdzenia (<https://pinboard.in/u:beaucronin/t:like-the-brain/#>).

18. Wywiad autora z Timem Bernersem-Lee.

19. Vernor Vinge, *The Coming Technological Singularity*, „Whole Earth Review”, zima 1993. Zob. też: Ray Kurzweil, *Accelerating Intelligence*, <http://www.kurzweilai.net>.

- [20.](#) J.C.R. Licklider, *Man-Computer Symbiosis*, „IRE Transactions on Human Factors in Electronics”, marzec 1960.
- [21.](#) Kelly, Hamm, *Smart Machines*, s. 7.
- [22.](#) Kasparow, *The Chess Master and the Computer*.
- [23.](#) Kelly, Hamm, *Smart Machines*, s. 2.
- [24.](#) Why Cognitive Systems?, strona internetowa IBM Research, <http://www.research.ibm.com/cognitive-computing/why-cognitive-systems.shtml>.
- [25.](#) Wywiad autora z Davidem McQueeneym.
- [26.](#) Wywiad autora z Ginni Rometty.
- [27.](#) Tamże.
- [28.](#) Kelly, Hamm, *Smart Machines*, s. 3.
- [29.](#) *Accelerating the Co-Evolution*, materiały Instytutu Douga Engelbarta, <http://www.dougelbart.org/about/co-evolution.html>; Thierry Bardini, *Bootstrapping: Douglas Engelbart, Coevolution, and the Origins of Personal Computing*, Stanford, 2000.
- [30.](#) Nick Bilton, *Hatching Twitter*, Portfolio, 2013, s. 203.
- [31.](#) Stwierdzenie to przypisuje się zwykle Thomasowi Edisonowi, mimo że nie ma dowodów na to, by to on był jego autorem. Jest to jedno z ulubionych powiedzeń Steve’a Case’a.
- [32.](#) Yochai Benkler, *Coase’s Penguin, or, Linux and the Nature of the Firm*, „Yale Law Journal” 2002.
- [33.](#) Steven Johnson, *The Internet? We Built That*, „New York Times”, 21 sierpnia 2012.
- [34.](#) Wywiad autora z Larrym Page’em. Wypowiedź Steve’a Jobsa pochodzi z rozmowy, którą odbyliśmy podczas pracy nad moją poprzednią książką.
- [35.](#) Kelly, Hamm, *Smart Machines*, s. 7.

Źródła fotografii

Rozdział 1

Lovelace: Hulton Archive/Getty Images

Lord Byron: © The Print Collector/Corbis

Babbage: Popperfoto/Getty Images

maszyna analityczna: Allan J. Cronin

maszyna analityczna: Science Photo Library/Getty Images

krosno Jacquarda: David Monniaux

portret Jacquarda: © Corbis

Rozdział 2

Bush: © Bettmann/Corbis

Turing: Wikimedia Commons/oryginał z The Archives Centre, King's College, Cambridge

Shannon: Alfred Eisenstaedt/The LIFE Picture Collection/Getty Images

Stibitz: Denison University, Department of Math and Computer Science

Zuse: za zgodą Horsta Zuse'go

Atanasoff: Special Collections Department/Iowa State University

komputer Atanasoffa-Berry'ego: Special Collections Department/Iowa State University

Aiken: Harvard University Archives, UAV 362.7295.8p, B 1, F 11, S 109

Mauchly: Apic/Contributor/Hulton Archive/Getty Images

Eckert: © Bettmann/Corbis

ENIAC w 1946 roku: University of Pennsylvania Archives

Rozdział 3

Aiken z Hopper: fotograf z personelu / © 1946 The Christian Science Monitor

(www.CSMonitor.com). Przedruk za zgodą. Również za zgodą Grace Murray Hopper Collection, Archives Center, National Museum of American History, Smithsonian Institution.

Jennings i Bilas z ENIAC-iem: fotografia U.S. Army

Jennings: Copyright © Jean Jennings Bartik Computing Museum – Northwest Missouri State University. Wszelkie prawa zastrzeżone. Przedruk za zgodą.

Snyder: Copyright © Jean Jennings Bartik Computing Museum – Northwest Missouri State University. Wszelkie prawa zastrzeżone. Przedruk za zgodą.

Von Neumann: © Bettmann/Corbis
Goldstine: za zgodą Computer History Museum
Eckert i Cronkite z UNIVAC-iem: U.S. Census Bureau

Rozdział 4

Bardeen, Shockley, Brattain: Lucent Technologies/Agence France-Presse/Newscom
pierwszy tranzystor: przedruk za zgodą Alcatel-Lucent USA Inc.
toast: za zgodą Bo Lojek oraz Computer History Museum
Noyce: © Wayne Miller/Magnum Photos
Moore: Intel Corporation
Fairchild Semiconductor: © Wayne Miller/Magnum Photos

Rozdział 5

Kilby: Fritz Goro/The LIFE Picture Collection/Getty Images
mikrochip Kilby'ego: Image courtesy of Texas Instruments
Rock: Louis Fabian Bachrach
Grove, Noyce, Moore: Intel Corporation

Rozdział 6

Spacewar: za zgodą Computer History Museum
Bushnell: © Ed Kashi/VII/Corbis

Rozdział 7

Licklider: Karen Tweedy-Holmes
Taylor: za zgodą Boba Taylora
Larry Roberts: za zgodą Larry'ego Robertsa
Davies: National Physical Laboratory © Crown Copyright/Science Source Images
Baran: za zgodą RAND Corp.
Kleinrock: za zgodą Lena Kleinrocka
Cerf i Kahn: © Louie Psihoyos/Corbis

Rozdział 8

Kesey: © Joe Rosenthal/San Francisco Chronicle/Corbis
Brand: © Bill Young/San Francisco Chronicle/Corbis
okładka „Whole Earth Catalog”: Whole Earth Catalog
Engelbart: SRI International
pierwsza mysz: SRI International
Brand: SRI International
Kay: za zgodą Computer History Museum
Dynabook: za zgodą Alana Kay'ego
Felsenstein: Cindy Charles
okładka People's Computer Company: DigiBarn Computer Museum
Ed Roberts: za zgodą Computer History Museum
okładka „Popular Electronics”: DigiBarn Computer Museum

Rozdział 9

Allen and Gates: Bruce Burgess, za zgodą Lakeside School, Billa Gatesa, Paula Allena i Fredriki Rice

Gates: Wikimedia Commons/Albuquerque, wydział policji w Nowym Meksyku
zespół Microsoftu: za zgodą Microsoft Archives
Jobs i Wozniak: © DB Apple/dpa/Corbis
ekran z Jobsem: YouTube
Stallman: Sam Ogden
Torvalds: © Jim Sugar/Corbis

Rozdział 10

Brand and Brilliant: © Winni Wintermeyer
Von Meister: The Washington Post/Getty Images
Case: za zgodą Steve'a Case'a

Rozdział 11

Berners-Lee: CERN
Andreessen: © Louie Psihoyos/Corbis
Hall and Rheingold: za zgodą Justina Halla
Bricklin and Williams: Don Bulens
Wales: Terry Foote/Wikimedia Commons
Brin and Page: Associated Press

Rozdział 12

Lovelace: Hulton Archive/Getty Images
Vitruvian Man: © The Gallery Collection/Corbis

Zdjęcia osi czasu (w porządku chronologicznym)

Lovelace: Hulton Archive/Getty Images
Hollerith: Library of Congress via Wikimedia Commons
Bush (pierwsze zdjęcie): © Bettmann/Corbis
lampa próżniowa: Ted Kinsman/Science Source
Turing: Wikimedia Commons/Original at the Archives Centre, King's College, Cambridge
Shannon: Alfred Eisenstaedt/The LIFE Picture Collection/Getty Images
Aiken: Harvard University Archives, UAV 362.7295.8p, B 1, F 11, S 109
Atanasoff: Special Collections Department/Iowa State University
Bletchley Park: Draco2008 via Wikimedia Commons
Zuse: za zgodą Horsta Zuse'go
Mauchly: Apic/Hulton Archive/Getty Images
komputer Atanasoffa-Berry'ego: Special Collections Department/Iowa State University
Colossus: Bletchley Park Trust/SSPL/Getty Images
Harvard Mark I: Harvard University
Von Neumann: © Bettmann/Corbis
ENIAC: zdjęcie U.S. Army
Bush (drugie zdjęcie): © Corbis
wynalezienie tranzystora w Bell Labs: Lucent Technologies/Agence France-Presse/Newscom
Hopper: Defense Visual Information Center
UNIVAC: U.S. Census Bureau
radioodbiornik Regency: © Mark Richards/CHM
Shockley: Emilio Segrè Visual Archives/American Institute of Physics/Science Source
Fairchild Semiconductor: © Wayne Miller/Magnum Photos

Sputnik: NASA
Kilby: Fritz Goro/The LIFE Picture Collection/Getty Images
Licklider: MIT Museum
Baran: Courtesy of RAND Corp.
Spacewar: Courtesy of the Computer History Museum
pierwsza mysz: SRI International
Kesey: © Hulton-Deutsch Collection/Corbis
Moore: Intel Corporation
Brand: © Bill Young/San Francisco Chronicle/Corbis
Taylor: Courtesy of Bob Taylor
Larry Roberts: Courtesy of Larry Roberts
Noyce, Moore, Grove: Intel Corporation
okładka „Whole Earth Catalog”: Whole Earth Catalog
Engelbart: SRI International
węzły ARPANET-u: za zgodą Raytheon BBN Technologies
4004: Intel Corporation
Tomlinson: za zgodą BBN Technologies
Bushnell: © Ed Kashi/VII/Corbis
Kay: za zgodą Computer History Museum
Community Memory: za zgodą Computer History Museum
Cerf i Kahn: © Louie Psihoyos/Corbis
okładka „Popular Electronics”: DigiBarn Computer Museum
Gates i Allen: Bruce Burgess, za zgodą Lakeside School, Billa Gatesa, Paula Allena i Fredriki Rice
Apple I: Ed Uthman
Apple II: © Mark Richards/CHM
IBM PC: IBM/Science Source
Gates z dyskietką Windows: © Deborah Feingold/Corbis
Stallman: Sam Ogden
Jobs z Macintoshem: Diana Walker/Contour/Getty Images
logo WELL: za zgodą The WELL/www.well.com. Logo jest zarejestrowanym znakiem hadlowym
Well Group Incorporated.
Torvalds: © Jim Sugar/Corbis
Berners-Lee: CERN
Andreessen: © Louie Psihoyos/Corbis
Case: za zgodą Steve’a Case’a
Hall: za zgodą Justina Halla
Kasparow: Associated Press
Brin i Page: Associated Press
Williams: za zgodą Eva Williamsa
Wales: Terry Foote/Wikimedia Commons
IBM Watson: Ben Hider/Getty Images